This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

MAURICE DENOMMÉE

TRAITÉ PRATIQUE
DE LA
MACHINE LOCOMOTIVE

TOME PREMIER

PARIS
BAUDRY & Cie EDITEURS

University of Wisconsin
LIBRARY
Class TJD
Book .D39
1

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

MACHINE LOCOMOTIVE

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

MACHINE LOCOMOTIVE

CONTENANT

LES PRINCIPES GÉNÉRAUX RELATIFS A L'ÉTUDE ET A LA CONSTRUCTION
DES LOCOMOTIVES,
LA DESCRIPTION DES TYPES LES PLUS RÉPANDUS,
L'ÉTUDE DE LA COMBUSTION, DE LA PRODUCTION ET DE L'UTILISATION DE LA VAPEUR,
DU RENDEMENT, DES CONDITIONS DE FABRICATION
ET DE RÉCEPTION DES MATÉRIAUX,
DES PROPORTIONS ET DU MODE DE CONSTRUCTION DES ORGANES,

PAR

MAURICE DEMOULIN
Ingénieur des Arts et Manufactures.

OUVRAGE PRÉCÉDÉ D'UNE INTRODUCTION

PAR

ÉDOUARD SAUVAGE
Professeur à l'École Nationale Supérieure des Mines.

973 figures et planches dans le texte — 6 planches hors texte.

TOME PREMIER

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, BAUDRY ET Cie, ÉDITEURS
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1898
Tous droits réservés.

54774
AUG 23 1900
TJD
.D39
1

696039

INTRODUCTION

On peut classer en deux grandes catégories la plupart des livres, et surtout les livres scientifiques et techniques : ceux où le lecteur trouve ce qu'il y cherche, et ceux qui trompent son attente. Bien que cette division soit essentiellement subjective et que les limites qui séparent ces deux catégories soient fort vagues, elle caractérise assez bien un grand nombre d'ouvrages. Les premiers sont ceux qu'on aime à trouver sous la main, qu'on étudie avec plaisir, qu'on prend dès qu'une difficulté surgit; les autres dorment sur les rayons des bibliothèques, qu'ils encombrent, d'un sommeil rarement troublé.

On rangera sans hésiter dans la première catégorie le *Traité pratique de la Machine Locomotive*, par M. M. Demoulin. L'abondance, la variété, la nouveauté des dispositions décrites et figurées dans cet ouvrage le rendent nécessaire à ceux qui veulent étudier sérieusement les locomotives, à ceux qui les construisent, à ceux qui en organisent le service. Par un choix judicieux d'exemples, M. Demoulin donne une idée nette de ce que sont aujourd'hui les locomotives, dont il examine tous les détails. Les dispositions exceptionnelles, celles que la pratique a condamnées, ne sont pas mentionnées, à moins qu'elles n'offrent un intérêt spécial pour quelque motif scientifique ou historique. Par contre, les solutions réellement en usage sont largement représentées avec tous leurs points caractéristiques.

Les nombreuses figures qui illustrent l'ouvrage, figures dont l'importance est si grande dans un traité de ce genre, méritent une mention particulière. La plupart de ces figures ont été exécutées spécialement, de manière à représenter bien clairement les pièces étudiées, en éliminant les accessoires et les détails inutiles, qui paraissent habituellement sur les dessins servant à la préparation des livres techniques. Il en résulte que ces figures sont des représentations à la fois très claires et très exactes, aussi utiles à l'étudiant qu'au dessinateur qui veut les imiter. Comme toutes les parties de la locomotive y

sont classées avec beaucoup d'ordre, l'ouvrage de M. Demoulin constitue une collection fort commode et unique en son genre.

Ce travail n'est pas limité aux locomotives de notre pays, mais il comprend celles des principaux chemins de fer du monde entier, ce qui en augmente beaucoup l'intérêt. Les points caractéristiques de la construction dans les divers pays sont indiqués avec grand soin. Il existe en effet, en matière de locomotives, de véritables écoles, caractérisées par des dispositions spéciales : c'est ainsi que les locomotives anglaises forment une catégorie bien tranchée, et sont facilement reconnaissables. Il en est de même pour les locomotives américaines, qui offrent dans l'ensemble de grandes analogies entre elles, et dont certaines dispositions, fort remarquables, sont de plus en plus imitées en Europe. Plus variées, mais cependant reconnaissables à certains détails, sont les locomotives françaises. Il en est de même en Allemagne. Les locomotives belgesforment une classe bien tranchée. De même, la Suisse, la Russie offrent des exemples intéressants.

Comme en matière de beaux-arts, les différentes écoles tendent aujourd'hui à se rapprocher ; souvent les traits caractéristiques de l'une sont adoptés par les autres, et ce fait augmente l'intérêt des études générales de M. Demoulin.

De plus, son livre a le mérite de paraître bien à son heure. Comme pour la plupart des machines de l'industrie, les constructeurs de locomotives en modifient souvent les types. Mais pendant de longues périodes ces modifications ne portent que sur des points accessoires. Au contraire, certaines époques voient s'accomplir des transformations importantes. Depuis quelques années, la construction des locomotives subit une de ces évolutions, caractérisée surtout par la grande augmentation de la puissance des chaudières et par l'adoption générale des trains articulés, autrefois moins en faveur en Europe qu'en Amérique.

Le traité de M. Demoulin décrit tous ces types nouveaux qui, sur certains chemins de fer, ne sont guère encore qu'à l'état d'exception, mais qui y sont adoptés en principe et qu'on verra bientôt se multiplier rapidement.

Les pièces de machines ne sont pas définies seulement par les formes que représentent les dessins, mais aussi par la nature du métal employé pour les construire, les dimensions de la pièce dépendant de la résistance plus ou moins grande de ce métal. Aussi les descriptions et les figures sont-elles complétées, dans le traité de M. Demoulin, par des indications détaillées sur la nature et la qualité des matériaux qui les composent ; les conditions qui définissent ces qualités, les essais qui permettent de les vérifier, sont étudiés soigneusement ; la comparaison de différents cahiers de charges, donnée à la suite des descriptions, est intéressante et fort utile pour les praticiens.

La publication d'une œuvre aussi importante, sur la locomotive, sera accueillie avec satisfaction non seulement par ceux que le sujet même intéresse spécialement, mais par tous ceux qui ont souci du développement de l'instruction technique dans notre pays; on arrive en effet à connaître les machines par la pratique, par l'enseignement oral et par les livres; mais on est universellement d'accord aujourd'hui pour penser que la pratique seule est insuffisante, et que les cours et les livres sont indispensables. Plus les bons ouvrages techniques se multiplieront, mieux les sujets qu'ils traitent seront connus, plus rapides seront les progrès dans la construction des machines. Et ce ne sont pas seulement les résultats immédiats de la diffusion des connaissances qu'il faut considérer : la concurrence des nations entre elles ne s'exerce pas seulement dans la vente des produits; mais cette concurrence se produit aussi, de la façon la plus noble et la plus féconde, sur le terrain de l'étude et de la science. Ce n'est même que par les idées qu'une nation peut prendre pendant longtemps une place considérable dans le monde. Sous ce rapport, la publication de bons livres est une marque de vitalité dans un pays.

Parmi les machines, l'étude de la locomotive n'est-elle pas une des plus attrayantes ? C'est l'engin qui a transformé les conditions matérielles de l'existence dans le courant du XIXe siècle, en permettant le transport rapide et facile des personnes et des choses. Une question parfois posée, quand on parle de l'outillage actuel de l'industrie, est la suivante : les progrès de l'art de l'ingénieur ne doivent-ils pas prochainement substituer d'autres moteurs à nos machines à vapeur, à nos locomotives actuelles ? Certes, il est bien hasardeux et peu utile de spéculer ainsi sur les transformations possibles de machines ; cependant il n'est pas téméraire de penser que les locomotives à vapeur ne sont pas voisines du terme de leur carrière. Elles ont été appropriées aux divers services qu'on leur demande, par une longue suite d'études et par les résultats de la pratique la plus étendue; elles se prêtent à tant d'applications variées, qu'il faudrait bien du temps avant que d'autres moteurs puissent en prendre la place d'une manière générale. Ces moteurs pourraient être ceux où le combustible, gaz, pétrole, charbon pulvérisé, brûle dans le cylindre même, ou bien ceux qui utilisent les transmissions électriques. Mais jusqu'ici les premiers de ces moteurs n'ont été construits pour de très grandes puissances qu'à titre d'exception, et presque tout reste à faire pour qu'ils deviennent de forts engins de traction.

La transmission électrique, pour la traction des véhicules, a déjà des applications fort importantes sur les tramways. Elle semble aussi devoir être employée à la remorque des trains des grands chemins de fer, dans certaines conditions exceptionnelles et sur des sections à la fois courtes et très chargées. Sans doute on verra se multiplier ces applications ; mais quant à rem-

placer la locomotive à vapeur d'une manière générale, on n'y doit pas songer pour le moment. On peut donc en toute sûreté entreprendre l'étude de la locomotive telle qu'elle est aujourd'hui, sans craindre d'acquérir des connaissances qui n'auraient bientôt plus qu'un intérêt rétrospectif.

Une dernière remarque, qui montre que le livre de M. Demoulin intéressera une classe nombreuse de lecteurs. Pendant longtemps, dans notre pays et dans toute l'Europe continentale, on ne prêtait guère attention aux locomotives, et la preuve en est dans le mépris absolu, qu'on peut encore constater, de tout ce qui touche à la beauté des formes, à l'élégance de ces appareils.

Tandis qu'en Angleterre, où on a toujours admiré la locomotive, l'apparence extérieure en était l'objet des plus grands soins, les locomotives continentales étaient encombrées d'un fouillis de tuyaux, de tringles et d'accessoires maladroitement placés, et souvent même offraient à l'œil dans leurs grandes lignes des proportions choquantes.

Aujourd'hui, il n'en est plus de même : presque partout on aime la locomotive assez pour la respecter; on prend la peine de lui donner un aspect simple et élégant, comme il convient à cet engin qui joue un rôle si important sur les chemins de fer. Il est donc probable que le grand travail de M. Demoulin sera bien accueilli par de nombreux lecteurs, et on ne saurait trop le féliciter d'avoir entrepris la tâche longue et difficile de décrire la locomotive avec tous ses détails variés, et d'avoir su accomplir cette tâche d'une façon si complète.

Paris, le 30 novembre 1897.

EDOUARD SAUVAGE.

PRÉFACE

Aussi longtemps que la vapeur formera la source d'où les machines dériveront l'énergie nécessaire à leur mouvement, et rien n'autorise à prédire sa déchéance prochaine, la locomotive, qui en constitue l'application la plus directe à la traction des trains, est appelée à rester le principal moteur des voies ferrées.

Il n'y a pas, en matière de traction, de solution absolue. A des conditions d'exploitation notoirement dissemblables, à des circonstances diverses, peuvent répondre des modes de traction également différents, chacun plus avantageux dans l'espèce et présentant, pour chaque cas, une adaptation aussi complète que possible. Toute généralisation à ce sujet serait donc hasardeuse.

C'est ainsi que, pour des lignes à faible trafic, l'exploitation par voitures automobiles à vapeur peut être la plus économique. Pour les lignes métropolitaines ou de petite banlieue, à circulation intensive ou offrant des parties en souterrain, comportant de courts trajets, des arrêts et des démarrages très fréquents, des charges modérées, la traction électrique pourra jouir de tous ses avantages. Entre ces deux cas extrêmes, et en ce qui concerne surtout les réseaux intra-urbains, d'autres systèmes spéciaux pourront trouver leur emploi.

Pour la traction des trains proprement dits de chemins de fer, sur des parcours un peu considérables, et dès qu'il s'agit de fortes charges ou de grandes vitesses, la locomotive demeure actuellement l'engin le

plus sûr et le plus économique, et il serait chimérique, croyons-nous, d'assigner un terme à ses services.

De ce qu'elle a été le premier en date des appareils de traction mécanique, on ne doit pas en conclure que la locomotive soit restée une machine arriérée et destinée à reculer devant les progrès actuels de la science. L'avenir lui réserve au contraire un rôle important auquel la prépare l'évolution qu'elle traverse. Celle-ci, en reculant, au fur et à mesure des besoins, les limites un peu fictives qui paraissaient devoir entraver son développement, lui permettra de satisfaire aux exigences croissantes du service.

La locomotive moderne, résultat de l'application collective des efforts d'un grand nombre d'habiles ingénieurs et de constructeurs préoccupés de l'ajuster de mieux en mieux au service qui lui est demandé, constitue une machine plus perfectionnée qu'on ne le croit souvent. Tout en restant simple, légère, peu dispendieuse d'établissement, elle est robuste et économique. Elle a été ou peut être améliorée au point d'offrir une stabilité à peu près irréprochable. Elle peut permettre de réaliser, en remorquant des charges importantes, les plus grandes vitesses que comportent les voies modernes ou les tracés actuels. Des vitesses plus considérables ne pourraient d'ailleurs être obtenues que par des moteurs présentant un poids plus faible par unité de puissance.

L'étude de la locomotive nous semble même présenter plus d'intérêt qu'autrefois, par suite des transformations que nous mentionnons ci-dessus, augmentant sa puissance, améliorant sa stabilité et son rendement.

Dans cette conviction, nous nous sommes proposé de réunir, sous forme d'un Traité général, d'où les considérations purement théoriques ont été exclues, une description minutieuse de la locomotive moderne à voie normale, et l'examen ou la discussion des principes qui président à son étude et à sa construction.

Indépendamment des questions générales de principe et des idées parfois personnelles qui y sont exposées, cet ouvrage devait, dans notre

esprit, comprendre un ensemble très complet de données et de renseignements pratiques que nous n'aurions pu réunir sans l'appui des principales administrations de chemins de fer et des constructeurs. Et s'il a pu voir le jour, c'est surtout grâce à la haute bienveillance avec laquelle MM. les Ingénieurs en chef des grandes Compagnies et Administrations de chemins de fer, en France et à l'étranger, en ont accueilli l'idée première et à l'obligeance qu'ils ont mise à nous communiquer les plans et documents sans lesquels sa réalisation eût été impossible.

Nous sommes particulièrement redevable à MM. les Ingénieurs en chef Clérault, Salomon, E. Polonceau, du Bousquet, Baudry et Desdouits, qui nous ont fait l'honneur d'attacher quelque intérêt à nos travaux et ont bien voulu nous prêter le concours le plus efficace, en autorisant la publication de documents auxquels notre ouvrage doit l'importance qu'il peut présenter. Nous les prions d'agréer ici le public hommage de notre respectueuse reconnaissance.

Nous tenons, d'autre part, à témoigner notre vive gratitude à M. E. Sauvage, professeur à l'École Supérieure des Mines, qui, en honorant notre ouvrage d'une Introduction, lui a prêté la sanction de sa haute compétence.

Nous adressons de sincères remerciements aux nombreux Ingénieurs qui ont facilité notre tâche, notamment à M. J. Morandière, Ingénieur des Études des Chemins de fer de l'Ouest, et à M. R. Dubois, Ingénieur adjoint; à M. Flaman, Ingénieur principal des Études des Chemins de fer de l'Est, et à M. A. Mallet.

Nous sommes également redevable à MM. les Ingénieurs en chef de plusieurs réseaux étrangers, entre autres à MM. F. W. Webb, W. Dean, J. Holden, J.-A.-F. Aspinall, Willson Worsdell, J.-F. MacIntosh, J. Manson et D. Jones, à MM. Theo. N. Ely, Buchanan et F.-N. Hibbits, de plans et documents divers qu'ils ont eu l'obligeance de nous faire remettre; à MM. les Ingénieurs de l'État belge et surtout à M. Weissenbruch, secrétaire de la Commission internationale du Congrès des Chemins de fer; aux administrateurs ou directeurs de quelques-uns des

grands ateliers consacrés à la construction des locomotives, et plus particulièrement à M. l'Ingénieur de Glehn, de la Société alsacienne ; à M. de Schryver, directeur général de la Société franco-belge ; à M. S. Vauclain, Ingénieur en chef des ateliers Baldwin ; à M. R.-J. Pitkin, directeur des ateliers de Schenectady ; aux directeurs des ateliers Rogers et à un grand nombre d'autres Ingénieurs dont le concours nous a été précieux.

Enfin nous mentionnerons M. Ch. Lordier, Ingénieur civil des mines, qui nous a utilement secondé dans la préparation d'une partie des minutes et des tableaux annexés à cet ouvrage.

Nous n'ignorons pas non plus ce que nous devons à l'initiative éclairée de nos éditeurs, qui n'ont pas reculé devant d'importants sacrifices pour nous permettre de donner à cet ouvrage un développement en rapport avec le sujet et de le compléter par une grande quantité de dessins inédits et de photogravures.

Nous ne nous dissimulons pas cependant les lacunes que peut présenter notre travail ; nous espérons que l'on aura égard aux difficultés présentées par un sujet aussi complexe et au labeur considérable que nécessitait une tâche si lourde.

Paris, novembre 1897.

MAURICE DEMOULIN.

LISTE DES AUTEURS

ET DES

OUVRAGES CITÉS OU CONSULTÉS

A

ASSELIN. (V. J. Morandière.)

B

BACLÉ. Nouveaux types de graisseurs pour les cylindres et tiroirs des locomotives. *Revue générale des Chemins de fer*, février 1881.

BARBEY (A.). Les locomotives suisses.

BARNES (D. L.). Compound locomotives.

BAUDRY (Ch.). Locomotives compound à quatre cylindres et à grande vitesse des Chemins de fer P.-L.-M. *Revue générale des Chemins de fer*, avril 1893. — Transformation des locomotives à grande vitesse des Chemins de fer P. L. M. *Revue générale des Chemins de fer*, janvier 1894. — Nouvelles locomotives compound à quatre essieux couplés des Chemins de fer P.-L.-M. *Revue générale des Chemins de fer*, novembre 1894.

BELLEROCHE. Rapports sur les renseignements techniques relatifs aux chaudières de locomotives. *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des Chemins de fer.*

BELLOM (M.). Service du matériel et de la traction des Chemins de fer du sud de l'Autriche et du réseau autrichien de la Société austro-hongroise privilégiée des Chemins de fer de l'État. *Annales des Mines*, 1891.

BLUM, VON BORRIES ET BARKHAUSEN. Die Eisenbahn-Technik der Gegenwart.

BOUSQUET (Du). Locomotive type Woolf du Chemin de fer du Nord; *Revue générale des Chemins de fer*, novembre 1888. La nouvelle locomotive compound à grande vitesse du chemin de fer du Nord; *Revue générale des Chemins de fer*, juin 1892.

C

CHABAL (E.). De l'emploi de l'acier pour la construction des foyers de locomotives. *Revue générale des Chemins de fer*, mars 1893.

COLBURN (Z.) ET CLARK. Locomotive Engineering and the Mecanism of railways.

COLLET (A.). Étude de l'état actuel de la machine locomotive. *Bulletin technologique des Écoles d'Arts et Métiers*, 1893.

COTTERILL. The steam engine.

COUCHE (Ch.). Voie, matériel roulant et exploitation des Chemins de fer.

D

DEGHILAGE, PULIN, VALLOT, DEMOULIN. Rapport sur les locomotives à l'Exposition de 1889. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, 1892.

DEGHILAGE. Locomotives à l'Exposition universelle de 1878. *Revue générale des Chemins de fer*, août et décembre 1879. Note sur les locomotives construites pour les Chemins de fer français, de 1878 à 1882. *Revue générale des Chemins de fer*, octobre 1882; juin 1883; novembre 1883; avril 1884. — Les locomotives belges, italiennes et suisses à l'Exposition de 1889. *Revue générale des Chemins de fer*, mai et juin 1890.

DESDOUITS. Rendement et utilisation des machines de locomotives. *Revue générale des Chemins de fer*, avril et juin 1894

DUBOST. Expériences sur la combustion dans les foyers de locomotives. *Revue générale des Chemins de fer*, février 1891.

G

GODFERNAUX (R.). Les nouvelles locomotives compound à grande vitesse de l'État autrichien. *Revue générale des Chemins de fer*, avril 1896.

GRILLE ET FALCONNET. Les Chemins de fer à l'Exposition de Chicago.

H

HENRY (A.). Étude expérimentale de la vaporisation dans les chaudières de locomotives. Extrait des *Annales des Mines*.

HERDNER. Note sur les locomotives compound à six roues accouplées des Chemins de fer du Midi. *Revue générale des Chemins de fer*, septembre 1896.

HODEIGE. Rapport sur les renseignements techniques relatifs aux foyers des locomotives. *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des Chemins de fer*.

K

KEROMNÈS. Les tubes Serve. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, 1893.

L

LENCAUCHEZ ET DURANT. De la production et de l'emploi de la vapeur considérée comme force motrice, principalement dans les locomotives. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, 1890.

LENCAUCHEZ. Note sur la production de vapeur des chaudières locomotives de M. Belpaire (Chemins de fer de l'État belge). *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, 1892.

M

MALLET (A.). Développement de l'application du système compound aux locomotives. *Mémoires de la Société des ingénieurs civils*, 1890.

MARIÉ (G.). Les progrès futurs de la machine locomotive au point de vue de l'économie de combustible. *Revue générale des Chemins de fer*, juillet 1881. — La consommation de combustible dans les locomotives. *Revue générale des Chemins de fer*, mai 1883.

MEYER. Modern locomotive construction.

MICHEL (G.). La circulation des locomotives et des wagons dans les courbes. *Revue générale des Chemins de fer*, septembre 1884.

MORANDIÈRE (J.). Les locomotives à l'Exposition d'Anvers en 1885. *Revue générale des Chemins de fer*, janvier, mai et juin 1886. — Les locomotives compound des Chemins de fer de l'État hongrois (en collaboration avec M. Asselin). *Revue générale des Chemins de fer*, février 1893. — Conditions générales d'établissement du matériel des Chemins de fer anglais. *Revue générale des Chemins de fer*, mai 1895.

N

NADAL (I.). Comparaison entre les locomotives compound et les locomotives à simple expansion munies d'une distribution ordinaire ou perfectionnée. *Revue générale des Chemins de fer*, juin 1895.

P

POLONCEAU (E.). Note sur le système de distribution de vapeur à tiroirs d'admission et d'échappement indépendants. Extrait des *Annales des Mines*. — La locomotive compound. *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, 1889. — Note sur les locomotives-tenders, construites pour la ligne de Sceaux. *Revue générale des Chemins de fer*, février 1896.

PRIVAT. Expériences dynamométriques faites sur les dernières locomotives compound à grande vitesse de la Compagnie P.-L.-M. ; *Revue générale des Chemins de fer*, mars 1896.

PULIN. La nouvelle locomotive-tender pour trains légers de la Compagnie du Nord ; *Revue générale des Chemins de fer*, janvier 1893.

R

REGRAY (L.). Rendement des machines locomotives. *Revue générale des Chemins de fer*, juillet 1881.

RICHARD (G.). La chaudière locomotive et son outillage. — Note sur la construction des systèmes à adhérence incomplète. *Revue générale des Chemins de fer*, août 1891. — Les locomotives compound et les expériences de M. Borodine. *Revue générale des Chemins. de fer*, décembre 1886.

RONDELET (J.). Expériences sur la dilatation des foyers de locomotives. *Revue générale des Chemins de fer*, octobre 1893.

S

SAUVAGE (E.). La machine locomotive. — La machine à vapeur. — Nouvelles locomotives compound des Chemins de fer du Gothard. *Revue générale des Chemins de fer*, juillet 1895. — Chaudières et tubes; rapport au Congrès des Chemins de fer (session de 1895).

SÉGUÉLA (R.). Étude sur le graissage des cylindres et tiroirs des machines à vapeur. Extrait du *Portefeuille économique des Machines*.

STROUDLEY (W.). The construction of the locomotive engine.

T

THURSTON (R.-H.). Traité de la machine à vapeur.

U

URBAN (M.). Note sur une boîte rationnelle pour essieu moteur de locomotive. *Revue générale des Chemins de fer*, mai 1885.

V

VOILLEMIER. Les graisseurs Mollerup-Drevdal. *Revue générale des Chemins de fer*, février 1893.

W

WHALEY (G.). Rapport sur les locomotives à l'Exposition de Chicago.
WORTHINGTON (E.). The compound principle applied to locomotives.

Z

ZOPFMANN. Note sur l'application du métal blanc et sur l'emploi des garnitures métalliques aux Chemins de fer de l'Est. *Revue générale des Chemins de fer*, mai 1891.

Indépendamment des articles énumérés ci-dessus dans la liste alphabétique par noms d'auteur, nous avons puisé des renseignements aux publications suivantes :

Revue générale des Chemins de fer. Annales des Mines. Génie civil. Mémoires de la Société des Ingénieurs civils. Portefeuille économique des machines ;

Bulletin de la Commission Internationale des Chemins de fer ;

Engineering. The Engineer. The Railway Engineer. Locomotive Magazine ;

Organ fur die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Annalen fur Gewerbe und Bauwesen, von Glaser. Zeitschrift des Vereines der Deutscher Ingenieure ;

Railroad Gazette. Locomotive Engineering. The American Engineer and Railroad Journal. Engineering News.

ERRATUM

T. I, p. 14, ligne 8 : au lieu de *intérieur*, lire *extérieur*.

T. I, p. 263, ligne 8 : au lieu de *extérieur*, lire *intérieur*.

T. I, p. 338, ligne 2 : au lieu de *38*, lire *3,8*

T. I, p. 356, 2e colonne du tableau : y ajouter *et course des pistons*.

— — , 3e — — : au lieu de *conducteurs*, lire *roues motrices*.

T. I, p. 436, 1re colonne du tableau : au lieu de *surface des 2 cylindres*, lire *surface des 2 pistons*.

TRAITÉ PRATIQUE

DE LA

MACHINE LOCOMOTIVE

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES PRINCIPAUX TYPES DE LOCOMOTIVES

CHAPITRE PREMIER

EXAMEN GÉNÉRAL DES DIFFÉRENTS TYPES DE LOCOMOTIVES

Considérations générales. — Classification des locomotives d'après leur destination. — Machines à adhérence partielle ou totale. — Machines à tender séparé et machines-tenders. — Classification des locomotives d'après la disposition de leurs organes principaux. — Machines à cylindres intérieurs ou extérieurs ; à deux, trois, ou quatre cylindres ; à châssis intérieur ou extérieur. — Classification des locomotives d'après le nombre de leurs essieux accouplés. — Etude générale des principaux types.

1. Considérée en tant que machine à vapeur, la locomotive n'est pas sujette à d'importantes variations. Quels que soient sa destination, le genre de service auquel elle est appelée à satisfaire, le nombre ou le diamètre de ses roues motrices ou accouplées, le problème se pose d'une manière uniforme : combiner un appareil capable de produire le travail demandé, de transformer, en énergie mécanique, l'énergie calorifique contenue dans le charbon brûlé à l'intérieur du foyer et de se prêter en outre aux exigences d'un service tout spécial. Or, ce problème n'est guère susceptible de nombreuses solutions et la machine à vapeur a subi, dès l'origine, les modifications fondamentales nécessaires pour y satisfaire. Une chaudière, de type approprié et pour ainsi dire invariable, fournit la vapeur qui est utilisée dans deux ou plusieurs cylindres. Cette chaudière peut subir dans ses dimensions ou ses proportions, suivant la puissance totale à fournir, la nature du combustible employé, des modifications très sensibles mais qui sont de quantité, non de nature, et n'affectent en rien le principe. Le mécanisme destiné à la trans-

formation de l'énergie peut présenter lui-même plusieurs dispositions typiques mais trop peu différentes et trop secondaires pour être prises comme base d'une classification, d'autant plus qu'elles s'appliquent indifféremment aux locomotives des différents types définis par des caractères plus importants.

Il en est tout autrement dès que l'on considère la locomotive comme véhicule et comme engin de traction, c'est-à-dire au point de vue de son application spéciale. La machine motrice ne change pas, puisque son rôle est de développer un travail ; ce sont les agents de transmission, chargés d'appliquer ce travail à sa destination finale, qui devront subir les variations propres à assurer, dans les meilleures conditions, à des vitesses plus ou moins grandes, le remorquage de trains de poids très variable, sur des lignes de profil plus ou moins accidenté et tourmenté, ou la circulation de la machine elle-même sur la voie.

C'est donc le nombre des roues motrices ou accouplées, formant les organes de traction proprement dits, commandés par les pistons, qui doit définir le type général, classification d'autant plus rationnelle qu'elle donne de fait une indication assez précise sur le genre de service auquel les machines sont appropriées, le diamètre des roues motrices et les vitesses auxquelles il convient étant dans un rapport assez étroit avec le nombre des essieux accouplés et l'effort de traction disponible. Ainsi, les machines express sont à roues libres ou à quatre roues accouplées, les machines destinées au remorquage soit des trains de voyageurs lourds ou à arrêts fréquents, soit des trains de marchandises plutôt accélérés que lourds, comportent six roues accouplées ; les machines appelées au service des trains de marchandises plus lents et de poids considérable ou des autres trains sur les lignes à profil très accidenté sont à huit roues accouplées ; les machines de rampe ont quelquefois dix roues accouplées. Pour confirmer ce que nous disions ci-dessus, nous rappellerons que le diamètre des roues est compris entre 2,50 m. et 2,10 m. dans les machines à roues libres tandis qu'il ne dépasse encore qu'exceptionnellement 2,12 m. pour les locomotives à quatre roues accouplées et descend rarement au-dessous de 1,75 m., dans les machines récentes tout au moins. La limite supérieure du diamètre des roues accouplées, quand elles sont au nombre de six, correspond sensiblement à la limite inférieure des machines de la classe précédente ; il en est à peu près de même en ce qui concerne les diamètres relatifs des roues motrices dans les machines à six et à huit roues accouplées. Les exceptions à cette règle, pour fréquentes qu'elles puissent être, les catégories empiétant parfois un peu l'une sur l'autre, n'infirment en rien cette règle générale.

D'autre part, la disposition relative des roues accouplées par rapport aux essieux porteurs, au foyer, aux cylindres, établit de nouvelles classes dans

chacune des catégories principales définies ci-dessus. Ainsi, ces locomotives peuvent être à adhérence partielle ou totale, à essieux rigides, à bissel, à bogie, à cylindres extérieurs ou intérieurs ; le foyer peut être en porte à faux, passer au-dessus de l'essieu arrière ou plonger entre les deux derniers essieux.

Les machines de chacune des classes ainsi déterminées peuvent être à tender séparé ou porter elles-mêmes leurs approvisionnements d'eau et de combustible, suivant qu'elles sont destinées au service des grandes lignes ou des lignes de banlieue et d'embranchement. Elles peuvent être à simple expansion ou compound, à deux, trois ou quatre cylindres.

Enfin, chacun de ces derniers types peut présenter des variétés plus ou moins accentuées suivant la disposition et l'arrangement relatif de certains organes importants. Ainsi, le châssis peut être intérieur, extérieur, double ou mixte ; le mécanisme de distribution peut se trouver extérieur ou intérieur.

Nous avons basé notre classification définitive sur le nombre et la disposition des essieux accouplés. C'est celle qui nous paraît la plus rationnelle et la plus précise, la classification reposant sur la destination et par laquelle nous sommes obligés de commencer, n'offrant pas une rigueur suffisante et pouvant entraîner quelque confusion. C'est qu'en effet les machines appelées à un service similaire n'offrent pas toujours, à beaucoup près, les mêmes proportions ou les mêmes dispositions d'ensemble ou de détail. Il y a presque toujours différentes solutions, qui peuvent être également bonnes, d'un même problème, adoptées par les différentes administrations de chemins de fer suivant que les idées présidant à l'étude des machines font prédominer telle ou telle considération. Aux yeux de certains ingénieurs, la simplicité et la réduction des frais d'établissement doivent tout primer ; d'autres rechercheront au contraire l'économie du fonctionnement, les facilités de la visite et de l'entretien ; ceux-ci s'attacheront plus spécialement à la légèreté, ceux-là à la solidité et à la durabilité.

Enfin, des services, en apparence similaires, ne le sont pas toujours en réalité ; les conditions d'exploitation, le profil, le degré de solidité des voies sont pour les machines autant de causes de variations souvent importantes, sans compter les habitudes locales et les convictions du constructeur. Certaines causes extérieures peuvent avoir une influence très marquée sur quelques proportions des machines et, par contre-coup, sur les dispositions d'ensemble. Il nous suffira de rappeler par exemple que les locomotives doivent s'inscrire dans le gabarit qui n'est pas le même pour toutes les compagnies ni pour tous les pays ; qu'elles doivent se prêter souvent aux exigences du matériel fixe ou des dispositions topographiques des gares principales ou des dépôts. Leur longueur ou leur empattement total sont

parfois limités soit par le diamètre des plaques sur lesquelles on doit les tourner, soit par l'exiguïté des stations terminales ou la faible longueur des voies affectées à leur garage ou à leur remisage.

De son côté, la nature du combustible employé joue un rôle important dans la détermination des proportions générales et même du type adopté. Les Anglais par exemple, qui disposent ordinairement d'un charbon de la meilleure qualité, peuvent se contenter, pour leurs locomotives les plus puissantes, de foyers de dimensions relativement faibles ; ce combustible est brûlé en couche épaisse avec un tirage énergique et une même surface de grille peut, dans ces conditions, fournir une vaporisation beaucoup plus active que si l'on fait emploi, comme dans d'autres pays, de charbons menus ou de qualité inférieure. En Belgique et aux États-Unis on a été conduit au contraire, pour utiliser certains combustibles économiques, des anthracites ou des menus, à adopter, pour certaines machines, des grilles dont la surface est plus que double de celle des machines parfois de même puissance, usitées en Angleterre. Or, les proportions de la chaudière et les dimensions absolues du foyer peuvent avoir une influence marquée sur la détermination générale du type. Un simple accroissement de la surface de grille au delà d'une certaine limite a pour effet d'entraîner une modification inévitable dans l'arrangement des organes ou même dans la disposition relative des roues accouplées et porteuses.

Réciproquement, la disposition adoptée pour le groupement des essieux n'est pas sans avoir un effet marqué sur les proportions générales de la chaudière. Ainsi, dans les machines à quatre roues accouplées comprises entre deux essieux porteurs, les tubes et le foyer pourront avoir une plus grande longueur que dans les locomotives dont le foyer se trouvera encadré par les deux essieux accouplés. De plus, on pourra facilement, s'il en est besoin, élargir la grille en la faisant passer au-dessus des roues porteuses arrière qui sont de faible diamètre.

Il est un fait aussi, singulier peut-être mais incontestable et dont il faut tenir compte, c'est que des dispositions données peuvent réussir dans certains pays ou dans certaines Compagnies et n'avoir aucun succès chez le voisin. On doit l'attribuer surtout aux habitudes locales, résultat de la pratique, de l'expérience et des traditions du personnel, qui ne se peuvent modifier en un jour.

Bref, le grand nombre de types de locomotives dont on constate l'existence dans la plupart des contrées, résulte d'un ensemble de conditions particulières parmi lesquelles le hasard ne joue aucun rôle.

On doit toutefois faire remarquer que les éléments moraux de la multiplicité des types de locomotives affectées à des services similaires tendent à s'effacer rapidement, à mesure que les communications se complètent, que

des voyages plus fréquents, des congrès, des publications techniques, mettent en contact plus intime les ingénieurs des différents pays. L'expérience a, dès maintenant, consacré certaines dispositions et éliminé beaucoup d'innovations ; elle a supprimé des incertitudes, fixé les idées sur bien des points, et, faisant justice de théories dans lesquelles on pouvait croire avant que la pratique n'ait parlé, elle a restreint peu à peu le champ dans lequel les innovateurs pouvaient se mouvoir. Aussi les différences, autrefois si accentuées, s'effacent peu à peu, et la disposition des locomotives semble tendre vers une plus grande unité, vers quelques types communs combinant, à un plus ou moins haut degré, les caractères des types antérieurs si divers. Il n'en est pas ainsi seulement des dispositions d'ensemble, mais aussi des arrangements de détail et de la forme extérieure ; seules, certaines proportions restent et resteront très différentes, en raison surtout des qualités si différentes du combustible et de son prix donnant plus ou moins d'importance à la question d'économie.

Du reste, cette uniformisation qui, d'un pays à l'autre, n'est encore qu'à l'état embryonnaire, se trouve presque entièrement réalisée dans certaines contrées. A ce point de vue, l'exemple de l'Angleterre, où les types des différentes compagnies, pourtant très nombreuses, sont aujourd'hui identiques comme système et comme dimensions au point d'être presque superposables, est intéressant à citer, mais, sur tous les réseaux, les conditions d'exploitation et la nature du combustible, deux des éléments importants de variation, sont à peu près uniformes ; le bas prix et la bonne qualité du charbon ont dispensé les ingénieurs anglais des recherches et des tâtonnements qui se sont imposés ailleurs, en vue de réduire la consommation ou d'utiliser des combustibles inférieurs.

2. Envisagées au point de vue du service auquel elles sont destinées, les locomotives peuvent se partager en :

Machines pour trains express sur les lignes à profil facile ;

Machines pour trains rapides et lourds ou pour lignes à profil accidenté ;

Machines mixtes, appelées au remorquage des trains de vitesse et de poids moyens : trains omnibus, trains de marchandises accélérés.

Machines pour trains de marchandises ;

Machines de rampes ;

Machines de banlieue ;

Machines de gare ou de manutention.

Ordinairement, les locomotives destinées au service des trains rapides sur les lignes à profil facile (*machines à grande vitesse*) sont à quatre roues accouplées d'un diamètre compris entre 2 m. et 2,20 m. En Angleterre seulement, on emploie aussi, pour ce service, des locomotives à roues libres de

2,30 m. à 2,50 m. de diamètre. Toutes ces machines comportent, en outre, un, deux ou même trois essieux porteurs.

En raison de la vitesse à laquelle elles sont appelées à circuler, elles doivent présenter la plus grande stabilité, nécessaire pour assurer une sécurité complète de la marche et diminuer l'attaque sur la voie. A cet effet, elles ne doivent pas présenter de porte à faux importants ; on les munit, le plus souvent aujourd'hui, d'un bogie à l'avant.

Les locomotives, construites en vue du remorquage des trains rapides et lourds, ne se distinguent des précédentes que par un poids plus grand et un diamètre généralement plus petit de leurs roues (1,70 m. à 2,00 m.), qui permettent un effort de traction plus considérable. On accouple souvent trois de leurs essieux, l'avant étant supporté par un essieu radial ou un bogie. Ce type de machine est encore peu usité en France où les lignes recevant des trains rapides sont généralement d'un profil facile. Aux Etats-Unis, les express, sur beaucoup de lignes, sont remorqués par des locomotives, qui rentrent dans cette catégorie.

Les machines mixtes sont ordinairement à quatre roues accouplées, de 1,70 m. à 1,85 m. A vrai dire, il est souvent difficile de les différencier des machines de la catégorie précédente; cependant, elles sont en général des chaudières moins puissantes. D'ailleurs, cette appellation de *machines mixtes*, qui désignait les locomotives à quatre roues accouplées, à une époque où les trains express étaient en France remorqués par des machines à roues libres, semble tomber un peu en désuétude, comme d'ailleurs le type lui-même.

Les machines pour trains de marchandises sont à six ou à huit roues accouplées. Dans le premier cas, le diamètre des roues est compris entre 1,35 m. et 1,55 m. ; dans le second, entre 1,20 m. et 1,35 m. au plus, à l'exception des récentes machines compound de P.-L.-M. qui ont des roues de 1,50 m. Les machines à six roues accouplées s'emploient surtout pour les trains relativement légers et rapides ou sur les lignes à profil facile ; les locomotives à huit roues accouplées se retrouvent sur les lignes à profil accidenté ; cependant, la *Compagnie du Nord* les emploie d'une manière générale.

L'accélération des trains de marchandises est partout à l'ordre du jour. Il semble aujourd'hui prouvé que le faible accroissement dans la dépense de combustible qui en résulte est largement compensé par la meilleure utilisation du personnel et du matériel. La suppression des trains très lents dégage les grandes lignes, en facilite l'exploitation et diminue les entraves apportées au service des trains de voyageurs. Les Anglais, dont les réseaux sont à circulation intensive, ont toujours été partisans des trains de marchandises rapides ; les Américains sont arrivés peu à peu, à mesure que le trafic de leurs grandes lignes augmentait, à partager la même conviction. Ces derniers, toutefois, pour ne pas diminuer le poids de leurs trains,

tout en accélérant leur marche, ont dû créer des types de machines extrêmement puissants. Les mêmes idées se font jour depuis quelques années sur le continent européen, particulièrement en France.

Ces tendances ont et auront surtout une action marquée sur le développement des locomotives à marchandises de grandes lignes, qui se rapprocheront de plus en plus des machines destinées au remorquage des trains rapides et lourds et dont on doit s'attendre à voir, dans un avenir très prochain, augmenter le diamètre des roues et la puissance. L'accroissement de la vitesse pourra, dans bien des cas, avoir pour résultat l'abandon des machines à adhérence totale, l'addition d'un bogie ou d'un bissel se trouvant nécessité par l'augmentation du volume et du poids de la chaudière et la suppression des porte à faux s'imposant à la suite des accélérations réalisées. Déjà les Compagnies du *Midi*, de l'*Ouest* et du *Nord* ont mis en service des locomotives à six roues accouplées et à bogie de grande puissance, capables de circuler à de très grandes vitesses.

Les machines de rampe se distinguent des locomotives à marchandises proprement dites, par un diamètre de roues plus faible (0,90 m. à 1,25 m.). Elles ont une chaudière très puissante et sont quelquefois à cinq essieux accouplés. Quand elles sont nettement spécialisées en vue du service des rampes, elles portent ordinairement leur approvisionnement d'eau et de charbon.

Les machines destinées au service des trains de voyageurs de banlieue ont quatre ou six roues accouplées ; le diamètre de leurs roues varie entre 1,45 m. et 1,70 m. Les machines françaises de banlieue sont ordinairement à six roues accouplées d'un diamètre voisin de 1,55 m. ; en Angleterre, on préfère les locomotives à quatre roues accouplées. Les machines de ce genre, qui portent toujours leur approvisionnement d'eau et de combustible, doivent présenter une grande compacité et être susceptibles de démarrer facilement et vite à cause des arrêts fréquents auxquels elles sont soumises. Ces machines, étant généralement appelées à circuler dans les deux sens de la marche sans être tournées, présentent souvent une certaine symétrie entre l'avant et l'arrière. On les munit souvent d'un ou de deux essieux porteurs ou d'un bogie placés à l'une ou l'autre extrémité, ou même encadrant les roues accouplées.

Les machines de manutention sont destinées à effectuer les manœuvres de trains dans les gares de voyageurs ou de marchandises ; elles sont presque toujours, en Europe, du type tender, à six roues accouplées et à adhérence totale. Quelques-unes n'ont que deux essieux accouplés. Ces machines, n'ayant à effectuer qu'un travail intermittent, ont des chaudières peu puissantes.

3. Machines à adhérence partielle ou totale. — On dit que les locomotives sont à adhérence totale ou partielle suivant que tous leurs essieux ou une

partie seulement de leurs essieux sont accouplés. Les essieux non accouplés s'appellent essieux de *support* ou *porteurs*. Toutes les machines usitées aujourd'hui sur les lignes d'intérêt général ou local comportant au minimum trois essieux, les machines à six, huit et dix roues accouplées peuvent seules être à adhérence totale. Les machines à roues libres et à quatre roues accouplées ont forcément au moins, les premières deux essieux, les secondes un essieu de support.

Nous avons développé ailleurs les considérations qui motivaient l'accouplement d'un plus ou moins grand nombre d'essieux et les avantages ou les inconvénients de l'accouplement. Nous n'y reviendrons ici que pour mémoire, désireux d'attirer l'attention sur ce fait, longtemps méconnu, que l'on n'a pas toujours intérêt, même pour les machines à marchandises, à accoupler tous les essieux.

Il faut évidemment que le poids adhérent soit proportionné, en vue du démarrage ou pour la montée des rampes de forte inclinaison, au poids à remorquer; mais, une fois ce poids atteint, on peut avoir intérêt à accroître le poids de la machine sans augmenter la fraction qui est disponible pour l'adhérence et faire porter cet excès de poids par un ou deux essieux porteurs.

Cet accroissement du poids total permettra de donner à la chaudière un plus grand volume par rapport à celui des cylindres, d'augmenter la surface de grille et de permettre par conséquent à la machine, non pas de démarrer un train plus lourd, ce que son adhérence ne peut lui permettre, mais de remorquer ce train à une plus grande vitesse, en un mot d'utiliser, à des vitesses successivement croissantes avec la surface de grille, une fraction plus grande de son poids adhérent, lequel, on le sait, ne saurait être utilisé intégralement qu'au moment du démarrage.

L'addition d'un essieu porteur ou d'un bogie aura l'avantage de mettre la machine en état de se prêter à cet accroissement possible de la vitesse, dans de meilleures conditions de stabilité, se traduisant par une sécurité plus grande et par une diminution de fatigue de la voie ou de la machine elle-même; avantages qui compensent, et au delà, soit la diminution d'adhérence, soit l'accroissement de poids mort qui en résulteront. Encore ce dernier inconvénient est-il souvent fictif, car l'addition d'une paire de roues porteuses, disposée de manière à éviter la surcharge d'un essieu accouplé avant ou arrière peut éviter, dans les machines à quatre et à huit roues accouplées par exemple, celle d'un lest placé à une extrémité, ayant pour effet de balancer la machine et d'assurer sa répartition. Il est vrai que ce lest, dans les machines à adhérence totale, est utilisé pour l'adhérence, mais nous supposons ici que le poids reposant sur les essieux accouplés dans la machine à adhérence partielle, est suffisant pour permettre le démarrage de tous les

trains que la locomotive considérée pourra remorquer en vitesse sur un profil donné.

Or, plus la vitesse des trains sera grande, et moindre pourra être la fraction disponible pour l'adhérence, les trains étant d'autant plus légers qu'ils doivent être plus rapides, si on suppose que la locomotive développe la même puissance en remorquant des trains lourds à faible vitesse ou des trains légers à grande vitesse ; la puissance, considérée indépendamment de la question de démarrage, est en rapport non plus avec le poids adhérent considéré seul, mais avec l'étendue des surfaces de grille et de chauffe. La machine à très grande vitesse pourra être à roues indépendantes ; pour remorquer des trains de plus en plus lourds et de moins en moins rapides, on aura successivement recours à des locomotives à quatre, six, huit, dix roues accouplées, le diamètre des roues diminuant avec le nombre des essieux accouplés. Ces dernières elles-mêmes pourront comporter un ou deux essieux porteurs si la nécessité d'accroître la surface de grille et de chauffe, soit pour marcher un peu plus vite soit pour utiliser des combustibles spéciaux, conduit à un poids total supérieur à celui que peuvent porter les essieux accouplés déjà chargés d'un poids suffisant pour l'adhérence.

Les porte à faux présentent des inconvénients qui ne peuvent que s'accroître avec les vitesses ; admissibles pour les machines à marche lente, ils cessent de l'être pour les services plus rapides et l'on n'a souvent d'autre moyen de les supprimer que par l'addition d'essieux porteurs, de bissels ou de bogies.

C'est le désir d'éviter la surcharge des essieux sans l'addition d'un lest, tout en employant des chaudières puissantes, d'améliorer la stabilité sans gêner le passage en courbes, et d'éviter la fatigue des voies, qui a conduit les Américains à ajouter, dans toutes leurs locomotives à six et huit, souvent même à dix roues accouplées, un bissel à l'avant des cylindres qui sont extérieurs. On commence à les suivre dans cette voie en Europe où le mot d'ordre a pendant si longtemps été d'utiliser pour l'adhérence, dans les machines à marchandises tout au moins, le poids total de la locomotive, quitte parfois à sacrifier d'autres conditions importantes. Ce n'est pas que l'on ne puisse arriver, dans certains cas, à la solution de l'adhérence totale par des dispositions convenables permettant de réaliser les avantages des deux genres de machines. On en trouvera deux exemples intéressants l'un dans les nouvelles machines compound à huit roues accouplées de la *Compagnie de P.-L.-M.*, l'autre dans les locomotives articulées, également compound, du système Mallet ; dans ces deux cas, on a obtenu la solution par l'emploi de quatre cylindres, disposition qui a des avantages reconnus maintenant pour certains services.

Du reste, l'addition d'un essieu porteur ou d'un bogie aux locomotives à

trois et quatre essieux accouplés s'impose surtout pour les machines-tenders à cause de l'excès de poids dû aux approvisionnements, et dans les locomotives à cylindres extérieurs, en raison du porte à faux plus grand des cylindres à l'avant des roues.

4. Machines à tender séparé. — Les locomotives construites en vue du service des trains de voyageurs ou de marchandises à grand parcours sont toutes accompagnées, on le sait, d'un véhicule spécial appelé *tender*, portant les approvisionnements d'eau et de combustible. Ce tender forme en réalité un prolongement de la machine et son châssis est construit, tout au moins en Europe et par suite d'une longue tradition, suivant les mêmes principes que celui de cette dernière. Ces tenders sont portés par quatre, six ou huit roues ; dans ce dernier cas, ils sont presque toujours à bogies. En France, les tenders des machines mixtes et à marchandises sont ordinairement à quatre roues et ceux des machines express à six roues. La Compagnie de *P.-L.-M.* possède quelques tenders à huit roues et les Compagnies de l'*Ouest* et du *Nord* des tenders à bogie. Tous les tenders sont à six roues en Angleterre et à deux bogies aux États-Unis.

L'approvisionnement d'eau n'est que de 5 à 8 tonnes pour les tenders des machines à marchandises qui remorquent des trains à arrêts fréquents permettant le remplissage des caisses ; il s'élève jusqu'à 16 et 20 tonnes pour les tenders des machines express effectuant des parcours sans arrêt de 150 km. et plus.

5. Machines-tenders. — Lorsque les parcours à effectuer sont de faible longueur, les approvisionnements peuvent être assez réduits pour qu'il soit possible de les faire porter à la machine sans entraîner une surcharge excessive des roues, dût-on même s'il est nécessaire ajouter un ou deux essieux porteurs. On supprime ainsi un véhicule encombrant, dont le poids mort est loin d'être négligeable et on utilise, pour l'adhérence, une partie tout au moins du poids des approvisionnements, ce qui est particulièrement intéressant pour les machines des trains de banlieue, demandant une grande rapidité de démarrage et pour les locomotives de rampes.

L'eau destinée à l'alimentation est emmagasinée dans deux caisses en tôle qui, dans presque tous les cas, sont placées latéralement au-dessus des roues, de chaque côté du foyer et du corps cylindrique et communiquent entre elles par un gros tuyau passant sous la chaudière.

Dans la plupart des machines anglaises on dispose en outre une troisième caisse transversale, derrière la plate-forme, au-dessous de la soute à combustible. Autrefois, en France, on plaçait toujours cette dernière le long du foyer, à gauche, ou même au-dessus de la boîte à feu. Les Compagnies du

Nord et de l'*Ouest* dans leurs machines récentes, ont placé la soute à l'arrière de la plate-forme. L'emplacement donné aux caisses à eau et à charbon dépend naturellement de la disposition qu'affectent les essieux, et inversement. Dans les machines qui ont à l'arrière du foyer un essieu comme les machines de l'*Ouest* et du *Nord*, ou deux essieux comme la plupart des machines anglaises et américaines, on recule les caisses à eau et à combustible vers l'arrière, ce qui offre l'avantage, quand le mécanisme est intérieur, de le rendre plus accessible.

En Angleterre et aux États-Unis, on place quelquefois (machines de gare ou de mines), les caisses à eau à cheval sur la chaudière, disposition dénommée *saddle tank*.

Nous reviendrons plus loin en détail sur ces différentes dispositions.

Tous les types de locomotives peuvent être disposés en machines-tenders, mais cette disposition ne présente d'intérêt que pour les machines appelées à faire un service sur les lignes de banlieue ou d'embranchement et entre des points extrêmes assez rapprochés ; aussi, ne la voit-on jamais appliquée aux machines express ni aux locomotives à marchandises de grandes lignes. Quelques Compagnies toutefois ont transformé et tendérisé d'anciens types de locomotives à roues libres ou à quatre roues accouplées qui font le service des trains légers sur les petites lignes.

Les machines-tenders affectées spécialement au service des trains de banlieue sont à deux ou trois essieux accouplés ; dans le premier cas, elles diffèrent surtout des machines de grandes lignes, outre l'addition des caisses à eau, par le diamètre plus faible de leurs roues qui ne dépasse guère 1,75 m. ; dans le second cas, elles ont des roues de 1,50 m. à 1,55 m. Les machines-tenders à quatre roues accouplées comportent au moins soit un essieu porteur, soit un bogie, placés à l'avant ou à l'arrière. On préfère souvent cette dernière disposition, la charge des deux essieux accouplés situés sous le corps cylindrique n'étant plus influencée sensiblement par les variations de l'approvisionnement d'eau et de combustible, qui se reportent presque entièrement sur l'essieu porteur ou le bogie. D'autres machines, appartenant à un type fréquemment usité en Angleterre, ont un bogie à l'avant et un essieu porteur à l'arrière ; une disposition inverse est adoptée en Amérique, le bogie est à l'arrière de la plate-forme et l'essieu porteur se trouve à l'avant des cylindres.

Les machines-tenders à six roues accouplées sont à adhérence totale ou comportent aussi, soit un essieu porteur à l'arrière, soit un bogie à l'avant ou à l'arrière. Dans certains types américains, on ajoute de plus un essieu porteur, encadrant les roues motrices avec le truck articulé placé alors en arrière, sous les caisses. La contenance des caisses à eau des machines-tenders de banlieue varie de 4 à 6 mc^3.

Les machines-tenders de rampes ont quatre, ou quelquefois cinq essieux accouplés ; elles sont à adhérence totale ou comportent un essieu supplémentaire, porteur, placé à l'avant ou à l'arrière.

Il existe aussi des machines-tenders pour le service des marchandises sur les lignes de banlieue ; elles sont à six ou plus fréquemment à huit roues accouplées (machines du chemin de fer de *Ceinture de Paris*).

Les machines de gare sont du type tender et presque toujours à trois essieux accouplés placés sur le corps cylindrique et aussi rapprochés que possible pour réduire leur empattement et faciliter le passage dans les courbes de petit rayon. Le foyer est en porte à faux, ce qui n'offre aucun inconvénient pour ces machines, lesquelles ne circulent jamais qu'à vitesse réduite.

6. Machines à cylindres intérieurs ou extérieurs. — La plupart des différents types cités plus haut peuvent être à cylindres intérieurs ou extérieurs. Nous renvoyons à un autre chapitre pour l'étude plus complète de cette question, nous bornant ici à des généralités n'ayant qu'un but de classification.

Les machines à roues indépendantes, à quatre et à six roues accouplées, se construisent à cylindres intérieurs ou extérieurs. Les machines à quatre essieux accouplés ont, dans l'immense majorité des cas, des cylindres extérieurs ; quelques machines construites en Angleterre font seules exception à cette règle. Les machines, comportant un plus grand nombre d'essieux accouplés ou moteurs, sont *a fortiori* à cylindres extérieurs.

Les machines compound du système Webb, et quelques machines du Continent construites plutôt à titre d'essai, sont à trois cylindres dont l'un intérieur. Dans les premières, le grand cylindre est intérieur et placé à l'avant ; les deux petits cylindres, extérieurs, sont situés vers le milieu. Dans les secondes, les deux cylindres extérieurs sont à basse pression ; ils peuvent être placés en retrait du précédent ou sur la même ligne.

Dans ces dernières années, on a construit, en France surtout, des machines compound à quatre cylindres, dont deux intérieurs, situés à l'avant, actionnent un des essieux accouplés ; les autres, extérieurs et placés vers le milieu, commandent le second essieu moteur.

Les machines Fairlie, à simple expansion, les machines compound articulées du système Mallet, sont à quatre cylindres extérieurs.

On n'emploie guère de machines à cylindres intérieurs qu'en France, en Angleterre, en Belgique et en Hollande. Les administrations des autres pays, sauf de rares exceptions fournies le plus souvent par des locomotives originaires des pays précédents, préfèrent les machines à cylindres extérieurs.

En France, les machines express des Compagnies du *Nord* (type *Outrance*) et de l'*Ouest* sont à cylindres intérieurs. Celles des administrations de

l'*Etat*, de l'*Orléans*[1], de l'*Est*, du *Midi* et de *P.-L.-M.* (Mach. 111-400, type 1879) sont à cylindres extérieurs.

Les Compagnies du *Nord*, de *P.-L.-M.* et du *Midi* font usage, d'une manière plus ou moins générale, de machines compound à quatre cylindres, intérieurs et extérieurs.

Les machines de banlieue sont à cylindres intérieurs (*Ouest*, *Orléans*, *Est*) ou extérieurs (*Nord*).

A part quelques anciens types, la plupart des machines françaises à marchandises à six roues accouplées et toutes les machines à huit roues accouplées sont à cylindres extérieurs, à part les locomotives compound de la Compagnie *P.-L.-M.*, qui ont à la fois des cylindres extérieurs et intérieurs.

En principe, toutes les machines anglaises sont à cylindres intérieurs; font seules exception à cette règle les express à bogie du *London and South Western* et du *Highland*, et les machines à roues libres de 2,50 m. du *Great Northern*.

Toutes les machines américaines, sans une seule exception, sont à cylindres extérieurs.

Les locomotives à cylindres extérieurs sont la règle générale dans les autres contrées, spécialement en Allemagne, en Italie, en Autriche.

Il est assez difficile de prédire laquelle des deux dispositions l'emportera dans l'avenir. Les cylindres intérieurs conviennent mieux en principe aux locomotives à grande vitesse, car ils sont plus favorables à la stabilité, mais ils présentent quelques inconvénients. Il semble que les cylindres extérieurs gagneront du terrain à mesure que l'on construira des locomotives de plus en plus puissantes, surtout parce qu'ils dispensent de l'emploi de l'essieu coudé, dont les dimensions ne peuvent être indéfiniment augmentées.

D'ailleurs, l'usage du bogie améliore la stabilité au point de réduire considérablement les avantages que présentent, sous ce rapport, les cylindres intérieurs.

7. Position à l'extérieur ou à l'intérieur, du mécanisme de distribution. — La position qu'occupe le mécanisme de distribution placé soit entre les longerons, soit à l'extérieur des roues, ne suffit pas à établir des catégories distinctes, mais elle constitue un caractère important.

En France, la plupart des locomotives à cylindres extérieurs, à quatre et six roues accouplées, ont leur mécanisme de distribution également extérieur, surtout dans les machines récentes. Des machines de la Compagnie *P.-L.-M.*, à part les nouvelles compound et quelques machines à six roues accouplées

[1] La Compagnie d'Orléans a cependant construit trois machines express à cylindres intérieurs (M. 101-103).

du *Midi* et de l'*Est*, font à peu près seules exception à cette règle. Les locomotives à huit roues couplées sont le plus souvent à distribution extérieure. Cet arrangement du mécanisme, que l'on rencontre surtout chez nous, peut être considéré comme constituant un type français.

Les locomotives à cylindres intérieurs ont, le plus souvent, leur mécanisme de distribution entre les longerons ; c'est le cas de toutes les machines anglaises et belges, de la majorité des machines françaises. Beaucoup de ces dernières cependant ont le mécanisme intérieur, par exemple, les anciennes express de l'*Ouest*, les nouvelles express (nos 101-103) et les anciennes machines à marchandises (nos 658-791) de l'*Orléans*.

En Angleterre et aux Etats-Unis, le mécanisme de distribution est toujours intérieur, sans une seule exception. En Allemagne, il est, le plus souvent, intérieur, même avec des cylindres extérieurs. Presque toutes les locomotives suisses et autrichiennes, au contraire, sont à mécanisme extérieur. Les machines des lignes espagnoles et italiennes offrent l'une ou l'autre disposition suivant leur pays d'origine ; toutefois, les machines récentes, construites en Italie, sont, dans la majorité des cas, à mécanisme extérieur, tout au moins en ce qui concerne les types express.

8. Machines à châssis intérieur ou extérieur. — La position qu'occupe le châssis par rapport aux roues permet d'établir des distinctions très marquées. Les locomotives sont à châssis intérieur ou extérieur, suivant que les longerons sont placés entre les roues ou au dehors ; certaines d'entre elles ont des châssis mixtes, intérieurs pour les roues motrices et accouplées, extérieurs pour les roues porteuses. D'ailleurs, les châssis dits extérieurs comportent toujours au moins un longeronnet placé suivant l'axe, embrassant une boîte centrale de l'essieu moteur (machines autrichiennes exceptées) ; les autres ont des châssis doubles encadrant les roues accouplées, avec doubles boîtes pour l'essieu moteur.

Quand les longerons et les boîtes des essieux moteurs et accouplés sont extérieurs, les bielles d'accouplement sont articulées sur des manetons, non plus directement fixés aux roues, mais solidaires de manivelles calées sur les extrémités des essieux. Les cylindres doivent être alors intérieurs, car leur entraxe serait trop considérable ; s'ils étaient eux-mêmes placés en dehors du longeron extérieur, ils ne s'inscrivaient pas dans le gabarit usuel et les perturbations dues à l'inertie des organes du mécanisme seraient plus grandes. Cette disposition n'a été appliquée qu'en Autriche et à quelques anciennes machines construites en Allemagne.

Les châssis extérieurs et doubles ont été fort en faveur à une certaine époque, en France, en Angleterre, en Autriche et en Belgique. A l'exception de ce dernier pays toutefois, on préfère partout les longerons intérieurs,

mais, d'une manière générale, depuis quelques années seulement, de sorte que l'on retrouve encore un grand nombre de machines de construction assez récente à châssis extérieur, double ou mixte. On verra ailleurs, dans un autre chapitre, l'exposé des avantages ou des inconvénients que présentent ces diverses espèces de châssis ; nous ne nous en occupons ici que pour mémoire et au point de vue de notre classification.

En France, les locomotives express du type Outrance construites pour la Compagnie du *Nord*, jusqu'en 1885, sont à longerons doubles avec boîtes extérieures pour toutes les roues, intérieures pour les roues motrices. Les machines à voyageurs de la Compagnie de l'*Ouest*, antérieures aux types à bogie dont le premier spécimen a été mis en service en 1889, sont à longerons extérieurs avec longeronnet médian comportant une boîte pour l'essieu coudé. Les Compagnies d'*Orléans* et de l'*Est* possèdent un certain nombre d'anciennes machines, à quatre et à six roues accouplées, construites sur le même principe.

La Compagnie de l'*Est* a fait usage, jusqu'en ces dernières années, pour ses machines à quatre roues accouplées et à cylindres extérieurs, d'un châssis mixte dérivé du type Crampton, comportant des boîtes intérieures pour les roues accouplées, extérieures pour les roues porteuses. Les longerons extérieurs règnent sur toute la longueur de la machine et encadrent les cylindres, fixés, d'autre part, aux longerons intérieurs.

La même Compagnie emploie les longerons extérieurs, avec longeronnet médian pour toutes ses machines de banlieue à six roues accouplées.

Les locomotives ayant un essieu porteur passant sous le foyer, à sa partie postérieure ou vers le milieu, comportent un petit longeronnet à l'arrière, maintenant les boîtes de l'essieu porteur que la position de la boîte à feu ne permet pas de placer à l'intérieur. Tel est le cas des machines à voyageurs des Compagnies d'*Orléans*, de l'*Etat* et de *P.-L.-M.* (Mach. 111 à 400 non transformées) et des machines mixtes à quatre roues accouplées sur l'avant, des Compagnies du *Nord* et de l'*Est*.

L'ancien châssis Buddicom, comportant des longerons intérieurs pour les roues motrices, extérieurs pour les roues porteuses, a été fort usité en France, autrefois, surtout par la Compagnie de l'*Ouest*. Le châssis extérieur venait s'appliquer sur les cylindres, eux-mêmes extérieurs et portait les glissières.

En Belgique, on retrouve le châssis extérieur avec longeronnet intérieur médian sur toutes les locomotives à voyageurs et à marchandises, même les plus récentes.

En Angleterre, les châssis extérieurs ont été à une certaine époque, pour les locomotives à voyageurs et à marchandises, plus usités que les châssis intérieurs seuls en faveur aujourd'hui. Ces châssis étaient toujours doubles

avec longerons intérieurs portant des boîtes pour l'essieu moteur seulement (type des *Outrances du Nord*) ; on n'a jamais employé le longeron central. Deux Compagnies seulement, le *Midland* et le *Great Western*, ont conservé l'usage du châssis extérieur pour leurs dernières constructions, la première pour ses machines à roues libres seulement, la seconde pour toutes ses machines à voyageurs et à marchandises.

Les châssis mixtes se rencontrent encore sur un très grand nombre de machines anglaises, sur la plupart même des machines à trois essieux, dont deux accouplés (*Midland, Great Western, Great Northern, Great Eastern, L. and S. W.*, etc. Les longerons principaux sont intérieurs, mais on ajoute, de chaque côté, un longeron extérieur comportant des plaques de garde pour les boîtes des roues porteuses qui ont parfois en outre des fusées intérieures.

On rencontre en Autriche un très grand nombre de locomotives à quatre et six roues accouplées, ayant des châssis extérieurs avec cylindres également extérieurs.

En Allemagne, le châssis extérieur ne se retrouve que sur d'anciennes machines. Aux États-Unis, il n'a jamais été employé.

Les châssis des trucks articulés sont généralement intérieurs (machines anglaises et américaines, compagnies de l'*Ouest* et de *P.-L.-M.*), mais parfois extérieurs (compagnies du *Nord* et de l'*Est*, une seule compagnie anglaise : *Great Western Ry*, beaucoup de machines autrichiennes).

En résumé, à part les quelques exceptions que nous avons citées, on peut dire que le châssis intérieur est maintenant d'un usage général et on peut considérer que, si ce n'est pour les bogies et bissels, il a détrôné et remplacé le châssis extérieur pour la plupart des constructions neuves et sera de plus en plus employé dans l'avenir.

9. Autres caractères distinctifs que peuvent présenter les locomotives. — Les machines appartenant aux mêmes types peuvent présenter d'autres caractères distinctifs que ceux examinés jusqu'ici et surtout basés sur la diversité de leurs proportions, sur l'arrangement relatif des roues accouplées et porteuses, du foyer, des cylindres ou du châssis, selon qu'elles sont à tender séparé ou portent leur approvisionnement d'eau et de combustible. Des machines, semblables sous tous les rapports précédents, peuvent présenter à première vue de grandes dissemblances provenant du mode de construction des principaux organes, de l'arrangement variable des détails, enfin de ces mille variantes dans les formes, insignifiantes peut-être en elles-mêmes, mais qui caractérisent le style de telle ou telle compagnie, de tel ou tel constructeur, et permettent de reconnaître à première vue une machine française par exemple, d'une locomotive belge ou américaine.

Au nombre des dispositions de ce genre, de celles qui frappent au premier

aspect et permettent à un œil exercé de distinguer l'origine de la machine, il faut citer : la forme extérieure de la boîte à feu et des enveloppes de dome, de la boîte à fumée, de la cheminée, des couvre-roues, de l'abri, du tablier, l'arrangement des soupapes de sûreté, du tuyautage et du tringlage. Certains organes de détail sont traités de telle ou telle manière dans certains pays, d'autres n'existent que sur les machines de certaines contrées ou de quelques Compagnies.

On verra dans les chapitres qui suivent, consacrés à l'examen du matériel des différents pays et des principales administrations, en quoi résident surtout ces différences d'ailleurs de moins en moins accentuées, comme nous l'avons dit.

Nous examinerons maintenant, avec quelque détail, les différents types de locomotives dans l'ordre où les classe le nombre de leur essieux accouplés, à savoir : les locomotives à roues indépendantes, à quatre, six, huit, dix et douze roues accouplées [1].

MACHINES A ESSIEUX INDÉPENDANTS

10. La plupart des machines employées à l'origine dans tous les pays européens, pour le service des voyageurs, et toutes les machines appelées au remorquage des trains directs, étaient portées par trois essieux indépendants, dont un seul, moteur, généralement placé au milieu. Plus tard, quand le poids des trains augmenta, la constitution des voies ne permettant guère d'accroître la charge des roues motrices, on dut accoupler un second essieu pour obtenir une adhérence suffisante et la locomotive à quatre roues accouplées devint le type normal de la machine à voyageurs. On reconnaissait toutefois que les locomotives à essieux indépendants présentaient certains avantages sur les machines à roues accouplées, surtout au point de vue du roulement, du rendement mécanique et des frais d'entretien. Aussi quelques Compagnies, en France et en Angleterre notamment, en conservèrent-elles longtemps l'usage, pour leurs trains les plus rapides, tant qu'ils furent suffisamment légers. En Angleterre, on préférait les machines dans lesquelles l'essieu moteur se trouvait au centre, tandis qu'en France, la faveur se reporta sur le type Crampton. Les machines de ce dernier type ont été employées, d'une manière à peu près exclusive, on le sait, à une certaine époque, pour le service des trains rapides, par les Compagnies du *Nord*, de l'*Est* et de *P.-L.-M.* Elles avaient des roues

[1] Dans les généralités qui suivent nous avons donné quelques chiffres comparatifs relatifs au diamètre des roues, à l'empattement, au poids et au volume des cylindres, propres à fixer les idées du lecteur. Nous n'avons, intentionnellement, cité aucun chiffre concernant les surfaces de chauffe et de grille, si différents parfois pour des machines de même puissance, suivant la nature du combustible employé ou les habitudes locales.

motrices de 2,10 m., mais les Compagnies de l'Est et du Nord en firent construire dont les roues avaient 2,30 m. de diamètre.

La Compagnie de l'Ouest a effectué pendant longtemps le remorquage de ses principaux express avec des machines Buddicom à cylindres extérieurs, dont la stabilité et la douceur du roulement ont toujours été fort appréciées ; elles étaient malheureusement beaucoup trop faibles et la plupart ont été démolies. Quelques-unes, transformées en machines-tenders, sont affectées au service des trains légers sur quelques lignes d'embranchement dont elles assurent la traction dans des conditions fort économiques.

Des différents types de machines à roues libres possédés autrefois par la Compagnie d'*Orléans*, un seul, datant de 1862 (Mach. 33 à 47), plus puissant que les précédents, subsiste encore.

Ainsi, peu à peu, les machines à roues libres disparurent chez nous du service des grandes lignes. La Compagnie de *P.-L.-M.*, dont les trains étaient déjà lourds pour ces locomotives, céda ses machines Crampton à la Compagnie de l'*Est* en 1869. Sur le *Nord*, la Crampton disparut complètement de la grande ligne vers 1880, époque à laquelle elle n'était déjà employée qu'exceptionnellement, les machines du type *Outrance* ayant commencé à les remplacer vers 1872. La Compagnie de l'*Est* en possède encore quelques-unes, dont un spécimen transformé et muni d'une chaudière Flaman, qui sont encore attelées au train de Calais-Bâle.

Depuis une trentaine d'années, on n'a pas construit, en France, de machines à roues libres et la Crampton paraît en partie responsable de la défaveur qui s'est attachée en France aux locomotives de ce type. La stabilité de cette machine, si appréciée, surtout par ce qu'on la comparait souvent à des locomotives ayant le foyer en porte à faux, ne dépendait en rien de son système ; elle n'eût pas été moindre si l'essieu moteur se fût trouvé au milieu, au lieu d'être placé à l'arrière du foyer, ce qui eût permis de le charger davantage sans surcharger l'essieu d'avant ou sans employer un lest à l'arrière. Cette machine possédait en outre une grande raideur, une stabilité transversale excessive due à l'abaissement du centre de gravité, entraînant une fatigue de la voie et une tendance à son ripement ; une insuffisance des surfaces de chauffe et de grille qui, jointe à une adhérence trop faible, devait condamner la Crampton à disparaître définitivement du jour prochain où les trains express atteindraient un poids et une vitesse incompatibles avec la puissance que l'on pouvait lui donner.

Il en était tout autrement des machines dans lesquelles l'essieu moteur, se trouvant placé au milieu, presque à l'aplomb du centre de gravité des poids suspendus, pouvait être aussi chargé que l'état des voies le permettait, et rien ne s'opposait à ce que l'on augmentât proportionnellement la puissance de la chaudière. L'expérience, en démontrant que, dans de justes limites, l'éléva-

tion du centre de gravité n'était pas nuisible, au contraire, retirait du reste à la machine Crampton sa seule raison d'être.

Pour profiter des avantages que présentent les locomotives à roues libres en écartant des inconvénients d'une adhérence insuffisante au moment du démarrage, on a proposé divers expédients; entre autres la surcharge, au moment du départ, pendant le temps nécessaire, de l'essieu moteur, effectuée à l'aide d'un cylindre à vapeur auxiliaire agissant sur la suspension. Cette disposition a même, croyons-nous, été appliquée à titre d'essai par le *Philadelphia and Reading* il y a quelques années, puis abandonnée.

L'administration des chemins de fer de l'*État Bavarois* a récemment fait construire par les ateliers Krauss une locomotive compound à roues libres, actuellement en essai et qui a figuré à l'Exposition de Nuremberg en 1896. Cette machine présente quelques dispositions toutes spéciales et que nous citerons seulement pour mémoire, car la complication de son mécanisme ne paraît devoir lui assurer que des applications fort restreintes.

Pour obtenir au démarrage un effort de traction suffisant sans dépasser, pour l'essieu moteur, une charge de 14,60 t., le constructeur a eu recours à l'emploi d'un essieu moteur auxiliaire (charge 13,60 t.), placé entre les roues motrices principales et les roues arrière du bogie. L'essieu auxiliaire, dont les roues ont 1,00 m. de diamètre, peut être relevé ou abaissé au moyen d'un cylindre de manœuvre à vapeur, vertical (diam. 0,412 m.), ce qui permet de ne faire intervenir l'adhérence supplémentaire que quand le profil de la ligne ou l'augmentation de la charge l'exigent. L'essieu moteur principal est attaqué par une paire de cylindres extérieurs, à haute et à basse pression, ayant respectivement 0,385 m. et 0,610 m. de diamètre; l'essieu auxiliaire est actionné par une paire de cylindres extérieurs égaux, de 0,290 m. de diamètre, placés au-dessous des premiers.

Une disposition particulière de la suspension assure une répartition constante sur l'essieu moteur principal quel que soit le mode de fonctionnement.

La locomotive à essieux indépendants présentant, toutes choses égales d'ailleurs, un poids adhérent inférieur à celui des machines à quatre roues accouplées, son emploi ne s'expliquerait pas si elle ne présentait, par ailleurs, des avantages spéciaux que nous avons développés ailleurs et qui ont paru suffisants, aux ingénieurs de la plupart des Compagnies anglaises, pour justifier le développement de ces machines et leur adoption pour le remorquage des trains les plus rapides sur les lignes à profil facile. Sur certaines d'entre elles, ces locomotives remplacèrent, à partir de 1886, des machines à quatre roues accouplées, sur d'autres comme le *Great Western* et le *Great Northern*, elles n'ont même jamais cessé d'être usitées, pour le remorquage de tous les trains rapides, de la majorité même des trains de voyageurs sur la grande ligne.

Nous avons rappelé dans un autre paragraphe que la puissance de la locomotive, même à roues libres, n'était pas limitée par son adhérence mais bien par la capacité de sa chaudière; aussi, dans les machines à essieux indépendants usitées de l'autre côté de la Manche, la chaudière offre-t-elle les mêmes dimensions et le même volume que celles des locomotives à quatre roues accouplées des mêmes Compagnies.

L'Amérique elle-même, le pays pourtant des trains lourds, semble partiellement convertie, une des Compagnies importantes des États-Unis, le ***Philadelphia and Reading***, a mis en service, en 1895, un type de machine à essieux indépendants, très puissant, qui a donné des résultats satisfaisants.

Par définition, la machine à roues libres est essentiellement une locomotive à très grande vitesse, appelée au remorquage de trains relativement légers, moins cependant qu'on ne peut le croire au premier abord, et surtout à arrêts fort espacés. En Angleterre, elles sont employées pour le remorquage en simple traction de trains tracés à des vitesses moyennes de marche de 80 à 90 km. à l'heure, effectuant sans arrêt des parcours de 130 à 250 km. et pesant, machine et tender non compris, de 100 à 170 t. Quand les rampes dépassent d'une manière courante 4 à 5 mm. et, exceptionnellement, 7 mm., on leur préfère des machines à quatre roues accouplées mais n'ayant pas une chaudière plus puissante. C'est pourquoi on retrouve surtout en Angleterre la machine à roues libres sur les grandes lignes les plus anciennes du réseau dont le profil est plus facile que celui des sections plus récentes. Ainsi, le *Midland Railway* effectue avec des machines à roues libres la traction de ses trains de Nottingham et avec des machines à roues accouplées celle des trains de la ligne de Manchester qui présente des rampes plus fortes.

Les machines anglaises à roues libres de construction moderne appartiennent à peu près toutes à un même type dans lequel l'essieu moteur est placé sous le corps cylindrique, au milieu, quelquefois entre deux essieux porteurs, presque toujours entre un bogie placé à l'avant et un essieu porteur passant à l'arrière ou au-dessous du foyer.

Le diamètre des roues motrices est légèrement supérieur à celui des roues des machines express à deux essieux accouplés; il atteint 2,30 m. à 2,35 m. quand les cylindres sont intérieurs, ce qui est presque toujours le cas. Exceptionnellement, les machines renommées du *Great Northern*, qui remorquent l'express d'Écosse, sont à cylindres extérieurs et possèdent des roues de 2,50 m. de diamètre.

La charge sur l'essieu moteur, généralement aussi considérable que le permet la solidité des voies sur lesquelles ces machines sont appelées à circuler, dépasse notablement le maximum admis en France et s'élève fréquemment à 18 et même 19 t. à l'état statique. Dans la machine américaine précitée cette charge atteint même 22 t.

L'empattement est généralement inférieur à celui des machines à quatre roues accouplées des mêmes compagnies puisque les roues arrière, n'ayant qu'un diamètre de 1,30 m. à 1,40 m., peuvent se trouver plus près des roues motrices. Cet empattement atteint 5,82 m. dans les machines à trois essieux (*Great Northern*) et ne dépasse guère 7,00 m. dans les machines à bogie.

Cela correspond à un poids total en charge qui varie de 42 à 49 t. dans les machines anglaises et dépasse 55 t. pour la machine du *Philadelphia and Reading* possédant un vaste foyer Wootten.

Bien que la plupart des Compagnies anglaises trouvent actuellement avantage à employer pour leurs services les plus rapides de puissantes locomotives à roues libres appartenant à des types récents, on est en droit de se demander, comme nous le faisons remarquer plus loin, si cet état de choses doit subsister longtemps encore en présence de l'accroissement continuel du tonnage des trains alors qu'il semble difficile d'augmenter encore notablement la charge des essieux moteurs.

Les locomotives à roues libres, dont l'emploi dénote une grande division dans l'appropriation du matériel, ont l'inconvénient, qui a contribué à leur disparition dans les pays autres que l'Angleterre, de n'être pas des machines à deux fins. On ne peut guère, comme les locomotives à quatre roues accouplées, les atteler aux trains de voyageurs à arrêts fréquents et exceptionnellement aux trains de marchandises à moins qu'ils ne soient des plus légers.

MACHINES A QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

11. Les machines à quatre roues accouplées sont usitées d'une manière à peu près générale pour le remorquage des trains de voyageurs et des express, particulièrement sur les grandes lignes à profil assez facile. Elles constituent une sorte de compromis entre la locomotive à roues libres qui est la machine à grande vitesse par excellence, mais d'adhérence jugée insuffisante pour le remorquage des express modernes, et la locomotive à marchandises. Il n'est pas prouvé toutefois qu'elles ne puissent atteindre, quand le diamètre de leurs roues motrices est le même, toutes choses égales d'ailleurs, des vitesses aussi élevées que les machines à essieux indépendants. Elles le font seulement dans des conditions économiques peut-être un peu moins satisfaisantes, en ce qui concerne leur consommation ou les frais d'entretien. Elles appartiennent, suivant la position que les essieux accouplés occupent par rapport au foyer et aux essieux porteurs, à plusieurs types principaux que nous examinerons.

Dans ces machines, le diamètre des roues motrices varie entre 1,60 m. et

2,35 m. deux cotes extrêmes et exceptionnelles; cette dernière a été appliquée pour la première fois en 1895 aux machines express du *North Eastern Railway* qui remorquent l'express d'Ecosse. La *Compagnie de l'Est* possède dix machines à grande vitesse (nos 501 à 510) construites en 1877 et qui sont montées sur des roues de 2,31 m. En France le diamètre des roues motrices des machines à grande vitesse est compris entre 2,00 m. et 2,10 m. : *P.-L.-M :* 2,00 m. ; *Ouest :* 2,04 m. ; *Orléans :* 1,80 m., 2,00 m. et 2,10 m. ; *Nord :* 2,10 m. Les machines mixtes ont des roues un peu plus petites, soit de 1,70 m. à 2,00 m. au plus de diamètre.

En Angleterre, le diamètre des roues des machines express à deux essieux accouplés est compris entre 1m,83 et 2m,14. Toutefois, exceptionnellement, les machines du *Lancashire and Yorkshire* et du *North Eastern*, possèdent respectivement des roues motrices de 2,21 m. et de 2,35 m.

En Allemagne et dans les autres pays de l'Europe continentale, les diamètres des roues motrices sont compris entre 1,80 m. et 2,00 m. Aux États-Unis le diamètre des roues est plus faible, soit de 1,65 m. à 1,80 m. ; exceptionnellement, pour quelques machines récentes, il s'élève à 2,00 m. et 2,14 m.

Le diamètre et la course des pistons des machines modernes de cette catégorie varient respectivement de 0,440 m. à 0,500 m. et de 0,600 m. à 0,700 m. :

P.-L.-M. Mach. 111 à 400.	0,500 m.	× 0,620 m.
Ouest. Mach. 953 à 982	0,460 —	× 0,660 —
Orléans. Mach. 101 à 103	0,450 —	× 0,700 —
Orléans. Mach. 51 à 86	0,440 —	× 0,650 —
Nord. Mach. 2 201 à 2 212	0,450 —	× 0,610 —
Est. Mach. 813 à 840.	0,470 —	× 0,660 —
État. Mach. 2 601.	0,440 —	× 0,650 —

Dans les machines anglaises, le diamètre des cylindres varie entre 0,460 m. et 0,490 m., leur course est presque uniformément de 0,660 m.

Aux États-Unis, le diamètre des cylindres, pour les machines de cette catégorie, est compris entre 0,450 m. et 0,500 m. ; la course est presque toujours de 0,610 m., quelquefois de 0,660 m.

Primitivement, les locomotives à quatre roues accouplées ne comportaient que trois essieux dont un porteur situé parfois à l'arrière mais le plus souvent à l'avant. L'accroissement de puissance imposé dans la suite par les nécessités du service et l'augmentation de la vitesse exigeant une grande stabilité ont conduit, dans la plupart des cas, à l'adoption d'un second essieu porteur que certaines Compagnies ont adjoint au premier pour constituer un bogie, placé à l'avant dans les machines express. D'autres ont préféré placer cet essieu à l'arrière, sous le foyer.

Autant que possible, en France, on s'est imposé une charge limite de 15 à

16 t. pour les essieux accouplés, ce qui correspond à un poids adhérent de 30 à 32 t. quand l'addition d'un balancier de répartition permet d'égaliser la charge sur les paires de roues, ce qui est évidemment le moyen d'obtenir le poids adhérent maximum. A l'étranger, en Angleterre notamment et surtout aux États-Unis, on va plus loin, jusqu'à 18,5 t. dans le premier de ces pays et 22 t. dans le second.

Suivant qu'elles sont à trois ou à quatre essieux, ces machines offrent un poids total en charge qui varie de 39 à 58 tonnes. En France, les plus lourdes de ces machines sont celles de l'*Orléans* (type 1888, nos 101 à 102) qui pèsent 56,30 t. et celles de l'*Est* (type 800) dont le poids total atteint 56,80 t. Les plus légères des machines récentes pèsent de 43 à 47 t. (*Etat, Nord, Ouest*); le poids des nouvelles express compound de *P.-L.-M.* est d'environ 50 t.

En Angleterre, le poids des machines express à quatre roues accouplées est ordinairement compris entre 42 et 48 t., mais ce sont seulement les plus récentes qui atteignent ce dernier chiffre.

Les machines américaines, destinées à la traction de trains extrêmement lourds, présentent des poids totaux plus considérables, elles descendent rarement aujourd'hui au-dessous de 50 t. et atteignent souvent un poids de 56 t. ; les nouvelles express du *Pennsylvania* pèsent même près de 61 t.

Quant à l'empattement, il peut descendre au-dessous de 3,50 m. dans les machines à trois essieux avec foyer en porte à faux. Il s'élève à 5,40 m. dans certaines machines du même type mais avec foyer plongeant entre les essieux accouplés et à 7,50 m. dans les machines à quatre essieux.

Les cylindres sont intérieurs ou extérieurs. Dans le premier cas ils sont toujours placés à l'avant de l'essieu porteur, dans le second ils sont situés, soit à l'avant des roues porteuses, soit entre celles-ci et la première paire de roues accouplées. C'est l'essieu milieu dans le premier cas, l'essieu arrière dans le second cas, qui sont moteurs.

Les châssis sont intérieurs dans la plupart des machines de construction récente. Les machines de l'*Etat belge* qui ont des longerons extérieurs et celles de la Compagnie de l'*Est* qui ont des longerons doubles, du type Crampton, font exception à cette règle. On trouve encore en service, sur les lignes du *Nord* et de l'*Ouest*, en Angleterre et en Autriche, de nombreuses machines à châssis extérieurs ou doubles.

La plupart des machines express à quatre roues accouplées construites en France dans ces dernières années sont capables de remorquer, dans de bonnes conditions économiques, des trains rapides d'un poids net de 200 à 230 t., à la vitesse moyenne de 75 à 85 km. à l'heure, sur des lignes à profil facile où les rampes ne dépassent guère de 5 à 7 mm. par m.

Aux États-Unis, les trains express sont beaucoup plus lourds qu'en Europe ; mais, à part quelques exceptions très remarquables, ils sont moins rapides

que les bons trains des Compagnies françaises et anglaises. Il n'est pas rare que les trains américains pèsent au delà de 350 t., machine et tender non compris ; jusqu'à 300 t. environ, sur les lignes à profil facile, ils sont remorqués par des machines à quatre roues accouplées, les plus puissantes qui existent. Pour les charges supérieures ou sur les lignes à profil accidenté, les locomotives à deux essieux accouplés font place à des machines à six roues accouplées.

La plupart des machines express à quatre roues accouplées sont à deux cylindres égaux fonctionnant indépendamment, mais le système compound à quatre cylindres actionnant deux essieux accouplés est fort en faveur en France depuis quelques années. Toutes les machines express construites depuis 1892 environ pour les Compagnies du *Nord*, de *P.-L.-M.*, et plus récemment du *Midi*, appartiennent à ce type.

La Compagnie anglaise du *London and North Western* a mis en service, depuis 1883, un assez grand nombre de machines compound de type Webb à trois cylindres, dont deux actionnant l'essieu arrière et un à basse pression commandant l'essieu milieu ; il n'y a pas de bielle d'accouplement.

Les nouvelles locomotives express de l'*État prussien* et de l'*État autrichien* sont du système compound à deux cylindres.

Beaucoup de locomotives américaines à grande vitesse, construites par les ateliers Balwin, sont du type compound à quatre cylindres et deux manivelles (Vauclain).

Les machines à quatre roues accouplées reposent sur *trois*, *quatre* ou *cinq* essieux dont les deux accouplés sont placés à l'*arrière*, au *milieu* ou à l'*avant*.

12. Machines à quatre roues accouplées sur l'arrière. — Les différents types de machines appartenant à cette catégorie qui comprend la grande majorité des locomotives destinées au service des voyageurs et surtout des trains rapides, se distinguent surtout par la position qu'occupe le foyer relativement aux essieux :

(*a*). Il se trouve en porte à faux à l'arrière ;

(*b*). Il plonge entre les deux essieux accouplés qui l'encadrent ;

(*c*). Il passe au-dessus de l'essieu arrière.

(*a*). Les machines de la première catégorie ont été très usitées à une certaine époque, surtout en France, mais on n'en construit plus parce qu'elles ne présentent pas une stabilité suffisante aux vitesses usuelles aujourd'hui et que leur disposition ne peut se concilier avec l'adoption d'un grand foyer. On avait surtout adopté cet arrangement à l'origine en vue d'approfondir le foyer et d'allonger les tubes et le corps cylindrique sans augmenter l'empattement pour ne pas gêner le passage en courbes. Elle est

sans objet depuis la généralisation des bissels, boîtes radiales et bogies qui permettent d'accroître l'empattement total et la stabilité sans augmenter l'empattement fixe. D'ailleurs, les machines à tubes longs ne sont plus très en faveur.

On trouve encore, en France et dans d'autres pays de l'Europe continentale, des machines de ce type réservées aux lignes d'embranchement ou affectées au service des trains peu rapides. Beaucoup d'entre elles ont été réformées ou transformées. Elles n'ont jamais été employées en Angleterre ni aux États-Unis.

Dans ces machines, les cylindres, extérieurs ou intérieurs, doivent toujours être placés à l'extrême avant pour contre-balancer en partie le poids du foyer et éviter une surcharge exagérée de l'essieu arrière.

(*b*). Dans les machines de la seconde catégorie, le foyer, qui est profond, descend entre les deux essieux accouplés. Il n'y a aucun porte à faux à l'arrière du dernier essieu. L'avant est supporté par un essieu porteur ou un bogie qui peuvent être placés, en vue de la répartition, plus loin de l'essieu moteur que dans le type précédent. Pour cette raison et parce que les deux essieux accouplés doivent être assez espacés en vue de laisser la place au foyer, ces machines ont un empattement plus considérable que les précédentes.

Au point de vue de la répartition, les locomotives de ce type présentent l'inconvénient contraire des précédentes. Le centre de gravité de la chaudière se trouvant plus rapproché de l'essieu avant, celui-ci a tendance à porter une charge excessive au détriment de l'essieu accouplé arrière. On y remédie dans une certaine mesure en plaçant l'essieu porteur aussi loin que possible vers l'avant et, parfois, en disposant les cylindres à l'extérieur, vers le milieu de la machine, à l'arrière des roues porteuses. Cela ne suffit pas toujours et l'on doit fréquemment, pour assurer une charge suffisante sur le dernier essieu, avoir recours à l'emploi d'un lest en fonte placé à l'arrière du foyer comme c'est le cas de la plupart des machines anglaises. Cet artifice est criticable, car il se traduit par un accroissement du poids mort des machines; on l'emploie toutefois faute de mieux.

On doit distinguer deux cas. Dans l'un, le poids total de la machine étant modéré, on doit employer un lest, moins pour éviter la surcharge de l'essieu avant que pour assurer une charge convenable de l'essieu arrière. Dans l'autre, le poids total étant assez considérable pour que, sans chercher à modifier la position du centre de gravité des poids suspendus, on obtienne un poids adhérent suffisant, on se dispense de l'emploi de tout contrepoids sur l'arrière et on vient placer un bogie à l'avant capable de porter une charge qui serait beaucoup trop considérable pour un essieu unique, surtout à l'avant. Ainsi, on retrouve le lest en fonte sur les machines anglaises,

même à bogie, dont la chaudière est peu volumineuse et dont le poids total n'est que de 45 à 47 t. Le contrepoids est indispensable pour obtenir dans ce cas un poids adhérent de 31 à 33 t. Dans les machines express de l'*Est* au contraire (Mach. 813 à 840), dont le poids total en charge est voisin de 57 t., on a pu se dispenser du contrepoids arrière; il est vrai que les cylindres sont au milieu, la charge sur les essieux accouplés étant de 33,4 t. et la charge sur le bogie de 23,4 t. contre seulement 15 t. dans les machines anglaises précitées. L'emploi du lest peut sembler assez rationnel puisque, malgré son addition, pour un poids adhérent peu inférieur, les machines du premier type pèsent 10 t. de moins. Cependant, on ne doit pas oublier que la surcharge de la locomotive française prise pour exemple ne constitue pas un poids mort, mais qu'elle est surtout due à un accroissement du volume de la chaudière, les qualités de combustible employées en France ne permettant, pas, pour l'utilisation en vitesse d'un poids adhérent donné, l'emploi de grilles d'aussi faible surface que dans les machines anglaises.

Les machines à voyageurs, à foyer profond plongeant entre les deux essieux accouplés, sont employées en France d'une manière assez courante, surtout depuis quelques années. Les nouvelles express à bogie des Compagnies de l'*Ouest*, de l'*Est*, du *Nord* (compound 2121, 2157), celles du *Midi* (à part les plus récentes) appartiennent à ce type, ainsi que toutes les machines anglaises.

La puissance des machines de cette classe est limitée par ce fait que le foyer, descendant entre les deux essieux accouplés, ne peut avoir qu'une longueur notablement inférieure à celle des bielles d'accouplement. La longueur maximum que l'on ait jugé convenable d'adopter jusqu'ici est de 3,00 m. d'axe en axe des têtes (*Nord*, *Est*, *Ouest*), ce qui ne permet cependant que de donner respectivement à la boîte à feu une longueur extérieure maximum de 2,54 m. ou de 2,25 m. suivant que les cylindres sont extérieurs ou intérieurs. Encore ne doit-on pas perdre de vue que ces cotes sont pour le moment exceptionnelles et seulement atteintes par quelques machines récentes, de grande puissance et munies d'un bogie à l'avant. Dans les machines à six roues, l'écartement des essieux accouplés les plus espacés ne dépasse guère 2,70 m.

Aussi les machines de cette catégorie sont-elles surtout usitées dans les contrées où le charbon, de bonne qualité, permet de développer une grande puissance avec une grille relativement petite, par exemple en Angleterre.

(*c*). Sur le continent européen où l'on brûle de plus en plus de menus et où l'on pousse moins les machines, on donne généralement la préférence aux locomotives dans lesquelles le foyer, moins profond, s'étend à l'arrière au-dessus du dernier essieu, ce qui permet, pour un foyer de même longueur, de réduire l'empattement total, ou, l'écartement des essieux accouplés restant le même, d'allonger le foyer. Ainsi, la boîte à feu des express compound de

P.-L.-M. (Mach. C,-21,-60) dont l'écartement des essieux accouplés est de 2,70 m. seulement a une longueur extérieure de 2,40 m. sans que cette cote soit voisine de la limite admissible. Les machines express du dernier type du *Pennsylvania Railroad* (Classe P) ont un entraxe d'essieu accouplé de 2,36 m. seulement, mais la longueur extérieure de la boîte à feu est de 3,23 m.

C'est probablement à ce type que l'on sera généralement amené dans l'avenir si la puissance des machines express continue à subir un accroissement régulier. Le principal inconvénient que l'on reprochait à cette disposition du foyer consistait surtout en ce que, le cadre de la boîte à feu devant être placé assez haut pour passer au-dessus de l'essieu accouplé ou moteur, la profondeur du foyer pouvait être insuffisante, ce qui entraînait les inconvénients connus : fuites aux tubes, mauvaise combustion, etc. Depuis que l'on a reconnu que la surélévation de l'axe des chaudières ne présentait que des avantages, cette objection a perdu beaucoup de sa valeur. Rien n'empêche aujourd'hui de donner aux foyers, disposés comme il vient d'être dit, une profondeur suffisante pour qu'ils fonctionnent dans des conditions satisfaisantes. Aussi, cette disposition se répand-elle de plus en plus et se retrouve-t-elle sur les machines les plus puissantes construites en Europe ou aux Etats-Unis. Toutefois, pour les machines de moyenne puissance ou lorsque l'on emploie un très bon combustible, le foyer profond, qui donne une plus grande surface directe, est préférable.

Machines à six roues dont quatre accouplées placées à l'arrière. — Les deux essieux accouplés sont à l'arrière ; suivant que les cylindres sont à l'avant ou au centre, c'est le premier ou le second de ces essieux qui est moteur. L'avant de la machine repose sur un essieu porteur qui, selon l'empattement donné à la machine ou le rayon minimum des courbes à traverser, est soit rigide, soit à jeu latéral libre ou contrôlé, soit radial. Cet essieu est ordinairement placé à l'arrière des cylindres mais le plus près d'eux qu'il est possible, comme nous le verrons plus loin. Quand le diamètre des roues motrices le permet, on place cet essieu sous les cylindres, ce qui diminue le porte à faux (Outrances du *Nord* avant leur transformation à bogie ; machines anglaises du *Great Northern* et compound *Webb* du petit type).

Le foyer est en porte à faux à l'arrière, ou bien plonge entre les deux essieux accouplés ou passe au-dessus de l'essieu arrière. La première disposition est abandonnée depuis quelques années comme défavorable à la stabilité ; la seconde, générale en Angleterre, est appliquée entre autres aux express de l'*Ouest* (Mach. 621-636 ; 951-990) et du *Midi*.

Les cylindres sont intérieurs ou extérieurs. Dans le premier cas ils sont toujours placés à l'avant, dans le second ils sont parfois placés vers le milieu,

entre les roues accouplées et porteuses. On retrouve cette disposition sur toutes les machines à grande vitesse des Compagnies de l'*Est* et du *Midi*, sur des machines du *Grand Central belge*, de l'*Etat prussien*, etc.

Quand les cylindres sont à l'avant, il est préférable de les placer à l'intérieur des longerons, car on peut les reculer davantage et les rapprocher de l'essieu avant, les roues ne faisant plus obstacle, ce qui permet de diminuer le porte à faux.

Quand le foyer est en porte à faux, l'empattement total, même avec des roues de 2,00 m., peut ne pas dépasser 4,00 m. pour les machines de grandes lignes, ce qui est un peu insuffisant au point de vue de la stabilité ; avec le foyer plongeant entre les deux essieux accouplés, l'empattement total peut atteindre et même dépasser 6,00 m. : *Midi* (Mach. 1601) 5,40 m. ; *Nord* (Outrances à trois essieux) 5,50 m. ; *Est* (Mach. 501, 562) 5,35 m. ; *P.-L.-M.* (Mach. C. 3) 6,10 m. ; *Great Northern* 5,30 m.

Il est rare que le poids de ces machines, en ordre de service, soit supérieur à 45 t. dont 30 à 31 t. de poids adhérent, chiffres relatifs à la machine C. 3 de la Compagnie de *Lyon*, la plus puissante de ce type en service sur les lignes françaises. Le plus souvent, même pour les machines de construction relativement récente, on se tient au-dessous de 43 t. ; *Ouest* (Mach. 621-635) 40 t. ; *Est* (Mach. 543-562) 42,8 t. ; *Great Eastern*, 42 t. ; *Etat prussien* (type normal) 37 t.

Les machines de cette catégorie sont compactes et légères, mais un peu faibles pour le service actuel des trains express, aussi, bien qu'elles composent encore une partie très importante de l'effectif des Compagnies tant en France qu'à l'étranger, on n'en construit plus guère ; elles sont remplacées par des machines à bogie.

Machines à quatre roues accouplées comportant un bogie à l'avant. — Ces machines ne forment pas, en réalité, une classe à part, elles résultent du remplacement, dans les locomotives du type précédent, de l'essieu porteur avant par un bogie ou truck articulé, grâce auquel on peut accroître le volume de la chaudière et le poids de tous les organes, sans atteindre pour chaque essieu la charge qu'il convient de ne pas dépasser. Le bogie permet en même temps d'augmenter l'empattement total et la stabilité, tout en facilitant le passage en courbes et en diminuant la fatigue des voies ainsi que la tendance au ripement. Il n'a que l'inconvénient d'accroître un peu le poids mort et le prix d'établissement.

	MACHINES A TROIS ESSIEUX			MACHINES A BOGIE		
	POIDS TOTAL P	POIDS ADHÉRENT p	RAPPORT $\frac{p}{P}$	POIDS TOTAL P'	POIDS ADHÉRENT p'	RAPPORT $\frac{p'}{P'}$
	Tonnes.	Tonnes.		Tonnes.	Tonnes.	
Ouest (621-635).	40,10	27,90	0,695	»	»	»
— (953-962).	»	»	»	44,10	27,50	0,623
Est (543-562). .	42,80	28,94	0,675	»	»	»
— (813-840). .	»	»	»	56,76	33,40	0,588
P.-L.-M. (C-3). .	45,00	30,37	0,685	»	»	»
— (C-11-12).	»	»	»	47,91	30,15	0,628
Nord (2834-2842)	42,20	28,20	0,668	»	»	»
— (2201-2212)	»	»	»	43,70	29,70	0,633

Aussi ne doit-on pas s'étonner de voir les machines express à bogie se répandre rapidement en Europe depuis quelques années. Usitées aux Etats-Unis dès l'origine des chemins de fer; en Angleterre, d'une manière de plus en plus générale, depuis une trentaine d'années; sur certaines lignes de l'Allemagne et de l'Autriche, depuis plus longtemps encore, elles ont acquis droit de cité en France. La Compagnie du *Nord* a mis les premières en service en 1878 ; les Compagnies de l'*Ouest*, de l'*Est*, de *P.-L.-M.* et du *Midi* ont successivement adopté le bogie pour leurs machines express, la première en 1888, les autres en 1890, 1892 et 1895.

La locomotive à quatre roues accouplées et à bogie, à simple expansion ou compound, à cylindres intérieurs ou extérieurs, est actuellement, de beaucoup le type le plus en faveur dans le monde entier pour le service des trains rapides. Elle constituera, sans doute, d'ici peu, sur le continent européen, un type général et classique comme elle l'est depuis longtemps aux Etats-Unis, et même en Angleterre.

Ce type s'adapte également bien au service de la banlieue. On trouve sur beaucoup de lignes anglaises (*Metropolitan-Ry*, roues de 1,75 m., empattement total de 6,32 m., cylindres de 0,48 m. $\times$ 0,60 m.), suisses (*Central-Suisse* : roues de 1,55 m., empattement total de 6,95 m., cylindres de 0,42 m. $\times$ 0,52 m. poids en service 48 t.) et allemandes, des machines-tenders à quatre roues accouplées de 1,60 m. à 1,75 m. de diamètre munies d'un bogie à l'avant. La Compagnie du *Nord* en a mis en service en 1892 un excellent type à cylindres extérieurs qui convient parfaitement pour le service des trains de banlieue assez légers; les roues motrices ont 1,664 m. de diamètre ; l'empattement total est de 5,525 m., dont 1,85 m. seulement de base fixe ; cylindres de 0,420 m. $\times$ 0,690 m. ; poids en charge, 42 t. 80, dont 24 t. 88 sur les essieux accouplés. Ces machines atteignent facilement la vitesse de 80 km. à l'heure.

13. Machines à quatre roues accouplées, placées au milieu. — Ces machines résultent de l'addition, aux précédentes, d'un essieu porteur ou d'un bogie à l'arrière. L'avant, dans la grande majorité des cas, repose sur un essieu porteur unique ; toutefois, on construit en Amérique des machines express très puissantes et en Angleterre des locomotives-tenders ayant un bogie à l'avant et comportant en tout, par conséquent, cinq essieux.

Machines à quatre roues accouplées comprises entre deux paires de roues porteuses. — Les roues porteuses de l'avant sont ordinairement placées en arrière des cylindres situés à l'avant ; les essieux accouplés, aussi rapprochés que possible, se trouvent sous le corps cylindrique, l'essieu porteur arrière passe vers la partie postérieure du foyer. C'est un type classique, essentiellement français, auquel appartiennent les machines à voyageurs des chemins de fer de l'*Etat*, de la Compagnie d'*Orléans*, et des locomotives type 1880 (Mach. 111 à 400) de *P.-L.-M.* dont on poursuit actuellement la transformation en machines à bogie.

Les partisans de ce genre de machines mettent au nombre de leurs avantages principaux, l'indépendance dans laquelle le foyer peut se trouver par rapport aux roues et aux essieux accouplés ; les bielles d'accouplement sont courtes, grâce au rapprochement des essieux, et la boîte à feu peut se développer vers l'arrière autant qu'il est nécessaire. Grâce au faible diamètre des roues porteuses, dont l'essieu est surmonté par le foyer, on peut donner à celui-ci une profondeur suffisante sans qu'il soit nécessaire de surélever beaucoup la chaudière. On a même, en Belgique et aux États-Unis, mis à profit cette particularité de la machine que nous considérons, pour augmenter considérablement la surface de grille, en étendant celle-ci latéralement de chaque côté et en la faisant passer au-dessus des roues porteuses. On peut ainsi donner à la boîte à feu une largeur de 2,50 m.

D'autre part, on reproche à ces machines de présenter un grand porte à faux à l'avant, les roues directrices, en outre exposées à une charge excessive si la machine est puissante, se trouvant à l'arrière des cylindres, qui sont presque toujours extérieurs, et de fatiguer les voies aux grandes vitesses. Pour y remédier, les Américains placent l'essieu porteur devant les cylindres situés eux-mêmes immédiatement en avant des roues accouplées ; les pistons actionnent la seconde paire de roues accouplées, et non plus la première, comme dans le type français. Comme l'empattement serait trop considérable, cet essieu fait partie d'un bissel permettant la convergence.

On ne doit pas se dissimuler que ce genre de machine forme un type quelque peu bâtard obtenu, comme nous l'avons dit, par l'addition, à l'arrière, d'un essieu porteur dans les machines à quatre roues accouplées avec essieu porteur à l'avant et foyer en porte à faux, mesure qui s'est imposée pour utiliser

l'ancien matériel quand l'accroissement des vitesses a fait craindre qu'il ne possède pas toute la stabilité désirable. Toutefois, ce type n'est pas appelé à disparaître, loin de là, car il permet, on l'a vu, d'installer assez commodément un grand foyer; M. Webb l'a appliqué récemment en Angleterre, où il n'avait jamais été usité, et la maison Baldwin, l'a introduit aux États-Unis. C'est peut-être même le type de l'avenir pour les trains rapides très lourds exigeant une grille de grande surface. Toutefois, on est conduit à penser qu'il ne se répandra dans l'avenir que sous la forme américaine, avec un bogie à l'avant ou un bissel devant les cylindres.

Nous avons supposé jnsqu'ici que le foyer était placé à l'arrière, ou tout au moins au-dessus du dernier essieu accouplé. Dans un type de machine-tender à voyageurs très en faveur en Angleterre depuis une quinzaine d'années, le foyer se trouve, au contraire, compris entre les deux essieux accouplés, l'avant et l'arrière étant supportés chacun par un essieu radial. Celui de l'arrière ne supporte que les caisses à eau et à combustible placées au-dessus, à l'arrière de la plate-forme.

Les machines de ce type, du *Lancashire and Yorkshire R^y*, ont des roues accouplées de 1,77 m. et un empattement de 7,42 m., dont seulement 2,62 m. d'empattement fixe; cylindres, de 0,460 m. × 0,660 m.; poids total en service, 56 t., dont 31,7 t. de poids adhérent.

Machines à quatre roues accouplées, comprises entre un bogie et un essieu porteur. — Dans un type plus récent de machines express permettant l'emploi d'une chaudière extrêmement puissante, les Américains enclavent les deux paires de roues accouplées entre un bogie placé à l'avant et un essieu porteur passant sous la partie postérieure du foyer, dont il réduit le porte à faux. De semblables machines, présentant un empattement total de 8,35 m. et un poids en charge de 60 t., ont été mises en service, en 1896, sur les lignes du chemin de fer du *Nord-Empereur-Ferdinand* (Autriche).

Quelques Compagnies anglaises : *London and South Western*, *Tilbury and Southend*, *Taff Vale*, emploient des machines-tenders de ce type, mais l'essieu accouplé est placé derrière le foyer et l'essieu porteur à l'arrière de la plate-forme, sous les caisses à combustible. Ces locomotives présentent, en moyenne, un empattement total de 8,70 m. et atteignent en service un poids de 58 à 60 t.

Les machines-tenders de banlieue usitées aux États-Unis (type Forney) offrent la disposition inverse : le bissel se trouve à l'avant des cylindres et le truck supportant les caisses à l'arrière du foyer. Ce dernier est alors placé entre l'essieu moteur et le bogie.

Machines à quatre roues accouplées comprises entre deux bogies. — Nous

citerons comme exemple de cette disposition assez rare une locomotive-tender à cylindres intérieurs construite en 1896 par MM. Beyer Peacock de Manchester pour le *Wirral Railway*. Le foyer plonge entre les deux essieux accouplés ; un bogie est placé à l'avant sous les cylindres, un autre à l'arrière sous les caisses à eau et à combustible. Cette machine pèse environ 60 t. dont un peu plus de la moitié est disponible pour l'adhérence.

Toutes les machines de banlieue comprenant des essieux porteurs ou des bogies aux deux bouts sont évidemment très bien disposées pour circuler, sans être tournées, dans les deux sens de la marche puisqu'elles sont symétriques à l'avant et à l'arrière en ce qui concerne le groupement des essieux, mais elles sont très longues, et le rapport du poids adhérent au poids total n'est guère plus élevé que dans les machines à tender séparé.

14. Machines à quatre roues accouplées sur l'avant. — Les deux essieux accouplés sont placés sous le corps cylindrique et le troisième essieu, porteur, est situé à l'arrière du foyer ou sous sa partie postérieure. Les cylindres doivent être intérieurs car, autrement, à cause du grand diamètre des roues, ils seraient trop en avant et donneraient lieu à un porte à faux excessif ; quand ils sont intérieurs au contraire, on peut les reculer vers le centre de la machine entre les roues, jusqu'à l'essieu avant. Pour éviter ce dernier, l'axe des cylindres doit être incliné.

Ce genre de machine a été fort en faveur à une certaine époque, surtout pour le service des trains mixtes. Une seule Compagnie importante, à notre connaissance, le *London Brighton*, l'a adopté comme type à grande vitesse[1]. Toutes les Compagnies françaises possèdent des locomotives de ce système, dites machines mixtes, particulièrement celles du *Nord* et de l'*Est;* cette dernière, en dehors d'un grand nombre d'anciennes machines transformées, en possède un type assez récent qui fait un excellent service.

Ce type de machine présente des avantages incontestables. On peut développer le foyer vers l'arrière sans allonger les bielles d'accouplement les roues accouplées se trouvant à l'avant, se dispenser de l'addition d'un lest à l'arrière, nécessaire nous l'avons vu dans beaucoup de machines à quatre roues accouplées sur l'arrière; ces conditions permettent d'obtenir une machine extrêmement compacte et légère relativement à son poids adhérent.

Il est intéressant de comparer à cet égard deux locomotives construites dans les mêmes conditions, appelées à brûler un combustible de même nature, celles des Compagnies de *Brighton* et du *South Eastern* exposées à

[1] Depuis 1895, la Compagnie de *Brighton* les remplace par des machines à bogie qui passent pour mieux ménager les voies.

Paris en 1889. La première est à quatre roues accouplées sur l'avant, la seconde à quatre roues accouplées sur l'arrière et à bogie.

	Brighton	South-Eastern
Surface de grille	1,92 m²	1,56 m²
— de chauffe	138,50 —	94,80 —
Poids adhérent	28,40 t.	28,50 —
— total	38,70 —	42,10 —

On voit qu'en somme, pour le même poids adhérent, la locomotive à roues accouplées sur l'avant pèse 3,4 t. de moins tout en présentant les surfaces de grille et de chauffe notablement plus élevées.

On reproche d'autre part aux locomotives de ce système différents inconvénients qui les relèguent au second plan. Elles attaquent la voie par un essieu accouplé trop chargé (lorsque la machine est puissante) et la fatiguent notablement; les cylindres, nécessairement inclinés, causent en vitesse un lacet sensible ; le mécanisme n'est pas très accessible de l'extérieur à cause des couvre-roues avant ; ces locomotives ne comportant que trois essieux, leur puissance est assez limitée. C'est essentiellement un type de machine pour trains mixtes, qui convient parfaitement pour les charges et les vitesses modérées. Leur poids total ne peut dépasser 40 à 42 t. au grand maximum, ce qui implique encore une charge de 14 à 15 t. sur l'essieu directeur. Dans les machines-tenders à bogie arrière du *Great Northern Ry*, l'essieu avant, qui est accouplé, porte 17,4 t. ; mais ces locomotives sont appelées à circuler sur une des voies les plus robustes qui existent et leur vitesse maxima ne dépasse jamais de 55 à 60 km. à l'heure.

On ne construit plus guère de ces machines à tender séparé pour le service de grande ligne, mais on continue dans certains pays à faire un large emploi de locomotives-tenders de ce type pour la banlieue. L'essieu porteur est remplacé par un bogie placé derrière le foyer et qui supporte les caisses à eau ; c'est une disposition analogue à celle des anciennes Engerth à quatre roues accouplées du *Nord* et de *P.-L.-M.* C'est le modèle de machine-tender le plus commun en Angleterre. Il pèse de 47 à 55 t. en charge et présente un empattement de 6,50 m. à 6,80 m. Il est à remarquer que ces locomotives se trouvent dans de meilleures conditions lorsqu'elles circulent cheminée en arrière, la voie étant alors attaquée par le bogie.

MACHINES A SIX ROUES ACCOUPLÉES

15. Les machines à six roues accouplées sont, de toutes les locomotives, les plus répandues et les plus susceptibles d'applications variées. A cette classe appartiennent la plupart des machines formant le fond du matériel à mar-

chandises, en France et plus encore à l'étranger, la plus grande partie des machines de banlieue, presque toutes les machines de gare. En donnant à leurs roues un diamètre suffisamment grand, en ajoutant un ou deux essieux porteurs, on approprie ce type de machine à la traction des trains rapides et lourds de voyageurs sur les lignes à profil accidenté, ou des trains de marchandises accélérés sur les lignes principales. Les locomotives à six roues accouplées sont, nous le verrons, très usitées aux États-Unis pour le remorquage des express généralement très lourds dans ce pays. En France, quelques Compagnies, celles du *Nord* et d'*Orléans* notamment, en emploient des types spéciaux pour le service des trains de voyageurs omnibus ou directs, la première, surtout sur les lignes accidentées, la seconde même sur la grande ligne.

16. Machines à adhérence totale. — Les locomotives de cette classe sont utilisées dans tous les pays pour le remorquage de la plupart des trains de marchandises, soit à l'exclusion de tout autre type, soit concurremment avec des machines à quatre essieux accouplés. Certaines administrations, comme la Compagnie de l'*Ouest* en France, les Compagnies anglaises, l'*État belge*, n'ont pas d'autre modèle à marchandises; d'autres, comme les Compagnies d'*Orléans*, de *P.-L.-M.*, du *Midi*, de l'*Est*, l'*État prussien*, les Compagnies américaines, emploient concurremment des modèles à huit roues accouplées sur les lignes à profil accidenté; d'autres, enfin, comme la Compagnie du *Nord* n'emploient guère les machines à six roues accouplées que pour les trains légers de marchandises ou pour les trains de voyageurs à arrêts fréquents.

Dans ces machines, le diamètre des roues varie de 1,45 m. à 1,55 m. en Angleterre; de 1,25 (*P.-O.*) à 1,40 m. (*Ouest* et *Est*) en France. Le poids total n'est que de 30 t. dans quelques anciennes machines et s'élève à 45 t. dans les plus nouvelles; le diamètre et la course des pistons sont respectivement compris entre 0,460 m. et 0,500 m. entre 0,640 m. et 0,660 m.

Lorsque ces machines sont aussi et surtout destinées au service des trains mixtes ou même des trains omnibus, le diamètre des roues s'élève jusqu'à 1,66 m. (*Nord*), mais ne descend guère au-dessous de 1,50 m. (*P.-O.*); leur poids est ordinairement de 40 à 41 t.; le diamètre des cylindres est voisin de 0,480 m. et la course des pistons est comprise entre 0,600 m. et 0.650 m.

En France, la plupart des machines-tenders de construction récente, destinées au service des trains de voyageurs de banlieue, sont à six roues accouplées et à adhérence totale, comme celles des lignes de l'*Ouest* et d'*Orléans*. Le diamètre des roues est compris entre 1,40 m. et 1,50 m., le poids en charge entre 43 et 50 t., le diamètre des cylindres entre 0,430 m. et 0,450 m., avec une course variant de 0,600 m. à 0,650 m.

Dans les machines-tenders de gare, le diamètre des roues descend parfois

à 0,95 m. (*P.-O.*), mais s'élève jusqu'à 1,28 m. (*Ouest*); poids variant de 27 à 40 t. ; cylindres de 0,400 × 0,500 m. à 0,420 × 0,600 m.

L'empattement varie naturellement avec le diamètre des roues et suivant la disposition du foyer : *Machines pour trains de voyageurs*, foyer en porte-à-faux, roues de 1,50 m. : 3,70 m. (*P.-O.*) ; foyer à cheval au-dessus de l'essieu arrière, roues de 1,66 m. : 4,10 m. (*Nord*) ; *Machines à marchandises* (type français avec foyer en porte-à-faux), roues de 1,30 m. à 1,40 m. : 3,40 m. (*Est*) à 3,70 m. (*Ouest*) ; *Machines à marchandises ou de banlieue* avec foyer situé entre les deux essieux arrière (*type anglais*), roues de 1,50 m. : 5,00 m. en moyenne ; 4,45 m. seulement dans les machines de banlieue *Ouest*[1] ; *Machines de gare* avec foyer en porte-à-faux, roues de 1,30 m. à 1,60 m. : 3,30 m.

Les machines à six roues accouplées ont des cylindres intérieurs ou extérieurs dont l'arrangement donne lieu aux mêmes remarques qu'en ce qui concerne les locomotives à quatre roues accouplées sur l'avant. Au point de vue de la stabilité, les cylindres intérieurs sont préférables non seulement en raison des moindres perturbations auxquelles ils donnent lieu en vitesse, mais aussi parce qu'ils peuvent être reculés davantage, entre les roues avant et jusqu'à leur essieu. D'autre part, il est indispensable, pour que les tiges de piston puissent éviter cet essieu, que l'axe de ces cylindres soit légèrement incliné, tandis qu'il peut être horizontal dans les machines à cylindres extérieurs. Quand le foyer est en porte-à-faux, on est parfois conduit, pour assurer convenablement le balancement longitudinal de la machine, à reporter davantage sur l'avant les cylindres, ce qui dispense de l'emploi d'un lest. On ne peut alors profiter de l'avantage que présentent les cylindres intérieurs sous le rapport de la diminution du porte-à-faux à l'avant.

C'est presque toujours l'essieu milieu qui est moteur ; mais, dans certaines machines dont les essieux sont peu écartés par suite du faible diamètre des roues et de la nécessité de passer dans des courbes raides, l'essieu moteur est à l'arrière. Il en est ainsi dans presque toutes les machines de gare.

Le foyer se trouve en porte-à-faux à l'arrière, ou bien il passe au-dessus du dernier essieu ou plonge entre ce dernier et l'essieu moteur. Les deux premières dispositions sont de beaucoup les plus générales en France ; la troisième se retrouve sur toutes les locomotives à marchandises anglaises et sur les machines de banlieue de la Compagnie de l'*Ouest*.

Les machines à foyer en porte-à-faux ne présentent pas une stabilité très satisfaisante pour les services accélérés ; aussi avons-nous vu qu'elles ont toujours été bannies des lignes anglaises où les trains de marchandises circulent à une vitesse plus grande que partout ailleurs. D'autre part, les locomotives dans lesquelles le foyer plonge entre les deux essieux arrière peuvent

[1] Cependant la Compagnie de l'Ouest vient de faire construire des machines de banlieue à six roues accouplées et à bogie ayant un empattement de 7,860 m. (fig. 59).

avoir un empattement rigide considérable (jusqu'à 5,20 m. si on ne réduit la longueur des tubes), rendant difficile le passage dans les courbes de petit rayon. Le type intermédiaire, dans lequel le foyer se trouve au-dessus du dernier essieu, paraît combiner en partie les avantages des deux types en ce qui concerne la stabilité et la réduction de l'empattement fixe, mais il a l'inconvénient de réduire la profondeur du foyer à moins que l'on ne se décide à placer l'axe de la chaudière à une hauteur plus considérable que dans les deux types précédents, ce qui d'ailleurs n'a que des avantages à tous points de vue.

Le type dans lequel le foyer se trouve entre l'essieu arrière et l'essieu moteur, convient pour les machines-tenders dans lesquelles on contrebalance la tendance à la surcharge sur l'avant en ramenant le centre de gravité des poids suspendus vers l'arrière par une disposition convenable des caisses à eau et à combustible.

17. Machines à adhérence partielle. — Lorsque les machines à six roues accouplées sont destinées à effectuer des services assez rapides, on est conduit à leur ajouter un ou plusieurs essieux porteurs, soit pour améliorer leur stabilité sans augmenter leur empattement fixe, soit pour permettre l'installation d'une chaudière plus volumineuse permettant d'utiliser, à une vitesse même assez élevée, la plus grande partie du poids adhérent, soit pour faciliter l'installation de caisses à eau de capacité suffisante s'il s'agit de machines-tenders.

Ces machines ont, suivant les cas, un essieu porteur à l'avant ou à l'arrière, ou possèdent deux essieux porteurs encadrant les trois paires de roues accouplées, ou un bogie à l'avant avec ou sans essieu porteur à l'arrière, ou un bogie à l'arrière avec ou sans essieu porteur à l'avant, ou deux bogies encadrant les trois paires de roues accouplées. Nous examinerons successivement ces différents cas, à un point de vue général.

Machines à six roues accouplées comportant un essieu porteur à l'avant des cylindres. — C'est un type originaire des États-Unis où il constitue la grande majorité de l'effectif du matériel à marchandises pour lequel on n'emploie aucune machine ayant des cylindres en porte-à-faux. On l'y désigne sous le nom de type *Mogul*. L'addition d'un essieu porteur à l'avant s'est imposée dès l'origine en Amérique par suite de la légèreté des voies, de l'adoption de foyers compris entre les deux essieux arrière et de cylindres extérieurs. Nous avons vu en effet que si le foyer affecte cette disposition, surtout lorsque les cylindres, étant extérieurs, sont repoussés vers l'avant pour éviter les roues, le balancement longitudinal de la machine est difficile à réaliser sans l'emploi de contrepoids à l'arrière et qu'il en résulte une surcharge excessive des roues avant, ce qui est d'autant plus à éviter que ce sont ces roues qui atta-

quent la voie. Le bissel placé à l'avant des cylindres dans les machines américaines a pour but de réduire de 3 à 6 t. la charge sur cette paire de roues. Il offre en outre l'avantage, lorsqu'il est à rappel, d'améliorer la stabilité en jouant, quoique d'une manière moins complète, le rôle d'un bogie. On n'a pu se dispenser, dans les machines anglaises à marchandises qui offrent la même disposition de foyer, de l'addition de ce bissel, qu'en adoptant des cylindres intérieurs placés entre les roues, aussi près que possible de l'essieu avant et en ajoutant un lest à l'arrière. Encore n'a-t-on pu éviter dans ces conditions une légère surcharge à l'avant.

Lorsque, comme dans la plupart des types américains récents, on fait passer le foyer au-dessus de l'essieu arrière, le bissel, fournissant une paire de roues supplémentaire, permet d'augmenter le volume et le poids de la chaudière. A adhérence égale, on accroît ainsi la puissance de la machine, en ce qui concerne l'effort de traction exercé non pas au moment du démarrage, mais en vitesse, c'est-à-dire la charge susceptible d'être remorquée à une vitesse donnée.

Sur le continent européen où les machines de ce type ont le foyer à cheval au-dessus de l'essieu arrière et ne présentent pas par conséquent les mêmes difficultés en ce qui concerne la répartition uniforme de la charge, l'addition d'un essieu à l'avant a eu seulement pour objet de permettre l'emploi d'une chaudière plus puissante sans accroître le porte à faux et sans que la charge, non pas seulement sur l'essieu avant, mais sur les trois essieux accouplés, dépasse la limite imposée par le service de la voie.

On en profite pour prolonger la chaudière sur l'avant au delà des cylindres, tandis que, dans les machines américaines du type *Mogul*, le poids sur l'avant étant déjà excessif, on arrête la plaque tubulaire à l'arrière des cylindres ; le bissel semble ainsi précéder la machine, ce qui donne à cette dernière un aspect spécial tout à fait caractéristique.

En dehors des Etats-Unis où elles constituent une classe extrêmement nombreuse, les machines de cette catégorie se rencontrent surtout en Belgique, en Suisse et en Allemagne. L'*Etat belge* possède quelques très puissantes locomotives de ce type (types 6 et 6 renforcé) qui font surtout le service des express sur les lignes accidentées du Luxembourg. Les roues accouplées ont 1,70 m. de diamètre ; l'empattement total est de 6,90 m. Les cylindres sont intérieurs. En France, la Compagnie d'*Orléans* en a mis en service en 1885 un type très puissant à tender séparé (Mach. 1801-1831) dont un exemplaire figurait à l'Exposition de 1889 et qui fait le service des trains de voyageurs sur les lignes à profil très accidenté comme celle de Clermont à Tulle par exemple. Il peut remorquer, à la vitesse moyenne de 50 km. à l'heure, des trains d'un poids net de 125 t. sur des lignes comportant des rampes de 25 mm. ; sur ces rampes la vitesse ne descend guère

au-dessous de 35 km. Les roues ont 1,50 m. de diamètre, les cylindres 0,480 × 0,600 m. ; le poids en charge est de 51,5 t.

Les locomotives de ce type sont usitées en France et en Belgique sur les lignes à voie de 1,00 m.

Aux Etats-Unis, certains types de machines Mogul ont été étudiés en vue du service des trains express lourds ; le diamètre de leurs roues accouplées s'élève dans ce cas jusqu'à 1,75 m., alors que pour les machines à marchandises de cette classe il est de 1,45 m. en moyenne. La compagnie du *Pennsylvania* a même mis en service, dans le courant de 1895, des Moguls destinées au service des trains rapides de marchandises et dont les roues ont 1,88 m. de diamètre ; leur poids en charge est de 62 t.

L'empattement des machines dont nous nous occupons varie entre d'assez larges limites : de 5,70 m. à 7,20 m. environ.

A cause de ce grand empattement et vu la destination de ces machines fréquemment appelées à circuler sur les lignes à profil difficile, comportant par conséquent des courbes de petit rayon, l'essieu porteur est toujours à jeu latéral ou convergent. En France on préfère les essieux à boîtes radiales ou à plans inclinés. En Suisse, aux Etats-Unis, on donne la préférence au bissel. Le diamètre des roues porteuses varie entre 0,80 m. et 1,00 m.

Machines à six roues accouplées comportant un essieu porteur à l'arrière. — C'est la disposition inverse de la précédente, usitée parfois pour des locomotives à tender séparé, mais surtout pour des machines-tenders ; moins répandue que les précédentes, elle s'applique cependant à une classe assez nombreuse, surtout à l'étranger. En France elle n'a été adoptée, pour les machines de grande ligne, que par la Compagnie de *P.-L.-M.*, pour ses locomotives à marchandises (Nos 3001-3140) construites en 1881 et qui n'ont pas été reproduites depuis cette date. Les trois essieux accouplés sont placés sous le corps cylindrique et l'essieu porteur sous la boîte à feu. Les roues accouplées ont 1,50 m. de diamètre ; les cylindres, extérieurs, ont 0,540 m. de diamètre et 0,650 m. de course. Le poids total est de 52 t. en charge dont 42,3 t. de poids adhérent. L'empattement est de 5,73 m.

Un exemple intéressant de cette classe de machines nous est fourni par les locomotives de banlieue de la compagnie de l'*Est* (Mach. 613 à 742) successivement modifiées et améliorées et dont la première série date de 1881. Les roues accouplées ont 1,660 m. de diamètre ; empattement de 5,28 m. ; cylindres intérieurs de 0,460 m. × 0,600 ; poids total en charge de 48,2 t.

Des locomotives-tenders analogues, mais à cylindres extérieurs, sont en usage sur les lignes suisses, allemandes (*Etat prussien*, roues de 1,35 m., poids 53 t.), etc., sur les lignes à voie étroite, en France et en Belgique.

Plusieurs Compagnies anglaises *North Eastern*, *Manchester*, *Sheffield*,

possèdent des locomotives-tenders à six roues accouplées avec essieu porteur et à cylindres intérieurs qui diffèrent des précédentes par un point assez important et doivent leur existence à des considérations d'un tout autre ordre. Les Compagnies anglaises cherchent à uniformiser leur matériel et à généraliser l'interchangeabilité des organes ; certaines d'entre elles sont arrivées à n'employer pour leurs différents types de locomotives qu'un seul modèle de chaudière, de cylindres, d'essieux, etc. Voulant augmenter leur effectif de machines-tenders à six roues accouplées, elles les ont constituées de tous les éléments entrant dans la construction des machines à marchandises du type normal à adhérence totale. Pour que les approvisionnements d'eau et de combustible ne produisent ni une surcharge ni une perturbation dans la distribution du poids sur les essieux accouplés, on a disposé les soutes vers l'arrière et on a fait porter le surplus de poids ainsi produit par un essieu porteur additionnel placé derrière la plate-forme. Ces machines comportent donc à l'arrière du foyer deux essieux dont un accouplé. Comme l'empattement est considérable (6,80 m. à 7,00 m.), l'essieu porteur est toujours muni de boîtes radiales. (Type du *North Eastern :* roues de 1,54 m. ; cylindres de 0,460 × 0,660 m. ; empattement 6,80 m. ; poids en charge 60 t.)

La Compagnie du *Nord* possède un type de machine-tender de banlieue analogue comportant un bissel placé sous les caisses à combustible qui se trouvent derrière la plateforme. L'essieu accouplé arrière passe sous le foyer, et les cylindres sont extérieurs.

Machines à six roues accouplées comprises entre deux paires de roues porteuses. — Ce type assez rare, toujours à cylindres extérieurs, résulte de l'addition, au précédent, d'un essieu porteur à l'avant. On l'a appliqué, aux Etats-Unis, à quelques machines à tender séparé, mais en Europe à des locomotives-tenders seulement ; on en trouve des spécimens en Allemagne, en Suisse et en Angleterre. Les dernières machines construites suivant ce système pour le tunnel de la Mersey ont des roues accouplées de 1,41 m. avec empattement fixe de 3,50 m. et empattement total de 8,38 m. ; les deux essieux porteurs appartiennent à des bissels disposés à égale distance des essieux accouplés avant et arrière. Le poids total en charge est de 67,50 t. dont 45,50 t. de poids adhérent ; cylindres de 0,500 × 0,660 m.

Ces machines sont parfaitement symétriques et la disposition des roues porteuses et accouplées les rend très propres à circuler, sans être tournées, dans les deux sens de la marche.

Machines à six roues accouplées comportant un bogie à l'avant. — Nous arrivons maintenant à une classe de locomotives extrêmement nombreuse, très en faveur, et qui se répandra de plus en plus. C'est par excellence le

type de machine destiné au remorquage des trains rapides et lourds sur les lignes à profil accidenté ou des trains de marchandises accélérés sur la grande ligne.

Suivant celui de ces services auxquels elles sont destinées, ces machines sont montées sur des roues de 1,45 m. à 1,95 m. de diamètre.

Les locomotives à six roues accouplées et à bogie sont originaires des États-Unis où elles sont universellement employées. Depuis quelques années, elles se sont répandues en Europe. Nous citerons les fortes machines des *Chemins de fer de la Méditerranée*, dont un spécimen figurait à l'Exposition de 1889, qui font le service des trains de rapides entre Gênes et Alexandrie sur une ligne comportant des rampes d'inclinaison maximum de 16 mm. qu'elles peuvent monter à la vitesse de 45 km. à l'heure, avec un train de 160 t. Les roues accouplées ont 1,67 m. de diamètre et l'empattement total s'élève à 7,35 m. ; les machines du chemin de fer du *Gothard :* roues de 1,60 m. ; de l'*État badois*, du *Midi* et de l'*Ouest* français, etc.

Il en a été construit un très grand nombre pour les lignes des colonies anglaises, à voie normale ou étroite.

Les machines américaines à tender séparé, les plus puissantes de ce type, pèsent de 65 à 70 t. et remorquent fréquemment, sur les lignes faciles, à la vitesse moyenne de 60 km, des trains de 400 à 450 t. Les nouvelles machines du *Gothard*, dont le poids total en charge est de 65 t., peuvent remorquer, à la vitesse moyenne de 40 km., en rampe de 26 mm., un train de 130 t. et, à la vitesse moyenne de 90 km., en rampe de 5 mm. au plus, un train de 200 t.

Les locomotives à six roues accouplées et à bogie offrent une très grande stabilité et peuvent réaliser les plus grandes vitesses ; les machines du Gothard ont atteint dans les meilleures conditions, en palier ou sur les pentes, en service régulier, la vitesse de 90 km. à l'heure. Un train d'essai du *Lake Shore*, aux États-Unis, remorqué par une machine de ce type, roues de 1,68 m. a obtenu une vitesse moyenne de marche de 105 km. à l'heure, avec un maximum de 120 km.

Toutes les machines de ce type sont à cylindres extérieurs ; dans les types européens, et dans la plupart des types américains, le foyer se trouve à cheval au-dessus du dernier essieu ; mais dans certaines machines construites aux États-Unis et destinées à brûler des charbons bitumineux, le foyer descend entre les deux essieux arrière, dont l'écartement est augmenté en conséquence.

Dans la disposition classique américaine reproduite en Angleterre pour les machines du *Highland* et pour les locomotives destinées aux colonies, en France pour les nouvelles locomotives de la Compagnie de l'*Ouest* (2301-2304), les cylindres, extérieurs, sont placés, de chaque côté, entre les roues

du bogie, l'axe de la cheminée correspondant sensiblement à celui du truck et le second essieu accouplé est moteur. C'est la disposition la plus rationnelle, la plus simple et la seule élégante. Dans certaines machines construites sur le continent européen, on s'est, pour des raisons particulières, écarté de cette disposition ; les cylindres se trouvent placés entre les roues arrière du bogie et les premières roues accouplées. Il en résulte que l'empattement est plus grand qu'avec l'arrangement précédent, même en réduisant l'entraxe des roues du bogie, ce qui n'est pas une condition favorable. En outre, les bielles motrices sont trop courtes ou un peu longues selon qu'elles attaquent le second ou le dernier des essieux accouplés.

Les Chemins de fer de l'*État badois*, du *Nord* et du *Midi* français ont fait construire récemment des locomotives de ce type, du système compound à quatre cylindres.

La locomotive à six roues accouplées et à bogie est certainement appelée à se répandre sur nos lignes, au fur et à mesure de l'accroissement de poids des trains express. Toutefois, nous ne pensons pas qu'elles puissent jamais supplanter, pour les trains très rapides, les locomotives à quatre roues accouplées mieux appropriées à ce service. Aux États-Unis, où elle est pourtant d'un emploi si général, on ne l'attelle pas aux trains à très grande vitesse, dont le poids d'ailleurs est limité. Quand elle est bien comprise et bien étudiée, elle constitue un des meilleurs types que l'on puisse employer à la traction des trains de voyageurs lourds tracés jusqu'à des vitesses maxima de 60 à 70 km. à l'heure.

Machines à six roues accouplées comportant un bogie à l'avant et un essieu porteur à l'arrière ou inversement. — Pour les types très puissants et possédant un vaste foyer, on a quelquefois recours à l'addition d'un sixième essieu, porteur, placé à l'arrière, sous la partie postérieure du foyer, comme nous avons signalé qu'on était quelquefois conduit à le faire dans les machines à quatre roues accouplées. Cette disposition n'a été réalisée, à notre connaissance, que sur de puissantes machines express construites en 1892 pour le *Chicago, Milwankee and Saint-Paul RR.* dont les roues accouplées ont 1,98 m. de diamètre ; l'empattement est de 9,07 m. et le poids total en charge de 68 t. dont 41 t. de poids adhérent.

La disposition inverse est appliquée, également aux États-Unis, à un grand nombre de machines-tenders de banlieue (*Illinois Central*, *Chicago and Northern Pacific*, etc.). Les six roues accouplées sont comprises entre un bissel situé à l'avant des cylindres et un bogie, souvent à trois essieux, supportant les caisses à eau et à combustible. Ces locomotives comportent donc sept essieux, dont trois seulement accouplés. Généralement, elles ont des roues accouplées de 1,50 m. à 1,60 m. et un empattement total de 10 à 11 m.,

dont 4,50 m. environ de base rigide. Leur poids total en charge est voisin de 75 t., dont 46 t. de poids adhérent.

On trouve aussi des machines du même type, mais beaucoup moins lourdes, sur les lignes à voie étroite de certaines colonies anglaises.

Machines à six roues accouplées comprises entre deux bogies. — Nous ne connaissons qu'un exemple intéressant de ces machines, appartenant à la Compagnie du *Canadian Pacific Railroad* qui l'utilise pour son service de banlieue. C'est une machine-tender à six roues accouplées et à bogie du type ordinaire à foyer profond, à laquelle on a ajouté, à l'arrière de la plate-forme, une caisse à eau et à combustible portée par un truck à deux essieux.

MACHINES A HUIT ROUES ACCOUPLÉES

18. Les locomotives à huit roues accouplées sont destinées soit au service des trains de marchandises lourds et peu rapides, surtout sur les lignes à profil accidenté, soit à effectuer le remorquage des différentes catégories de trains, même de voyageurs, sur les lignes de montagne. Quand elles sont appelées au premier de ces services, on leur donne, en France, des roues de 1,26 m. (*P.-O, Est, P.-L.-M., Etat*) à 1,30 m. de diamètre (*Nord*); quand ce sont surtout des machines de rampes, on les monte sur des roues de 1,05 m. à 1,20 m.

Toutes les administrations françaises, sauf celle de l'*Ouest*, possèdent des machines de ce type; mais la Compagnie du *Nord* est la seule qui les emploie d'une manière générale pour le service des marchandises sur les grandes lignes. Les autres Compagnies les utilisent surtout sur leurs lignes accidentées, où elles font même parfois la traction des trains mixtes.

La Compagnie de *Lyon* a mis en service depuis 1892 de très puissantes machines compound de ce type, à roues de 1,50 m. (3211-3362), qui sont, au contraire, appelées à effectuer le service des trains de marchandises accélérés sur les grandes lignes ou de voyageurs sur les lignes à profil accidenté.

La plupart des grandes administrations de chemins de fer de l'Europe continentale emploient des machines à huit roues accouplées, mais surtout sur les lignes à fortes rampes.

Ces machines n'ont jamais été jusque récemment usitées en Angleterre, où les trains de marchandises sont légers et rapides. Il n'a été fait qu'une seule exception à cette règle sur le *London and North Western*, où M. Webb a mis en service, en 1892, quelques locomotives de ce type destinées au service des trains de houille.

Les machines à huit roues accouplées sont très répandues aux Etats-Unis, où les trains de marchandises sont, au contraire, extrêmement lourds. Elles sont, toutefois, le plus souvent, utilisées sur les lignes accidentées. Elles constituent cependant la majeure partie de l'effectif du matériel à marchandises d'une des principales Compagnies américaines : le *Pennsylvania Railroad.*

Les locomotives à huit roues accouplées sont toujours à châssis intérieurs et à cylindres extérieurs (exception à cette règle est donnée par les machines du *London and North Western*, citées plus haut). Ce foyer est en porte à faux ou passe au-dessus du dernier essieu. Ces machines sont à adhérence totale ou partielle; dans ce dernier cas, elles comportent, en plus des quatre essieux accouplés, soit une paire de roues porteuses placées à l'avant ou à l'arrière, soit un bogie situé à l'avant. Les premières seules sont usitées en France [1]; aux Etats-Unis, on ne connaît que les dernières; on est moins exclusif en Allemagne.

Les machines à huit roues accouplées de petit diamètre semblent devoir, de plus en plus, dans l'avenir, être considérées comme des machines pour les profils accidentés. L'accélération des trains de marchandises, actuellement un peu partout à l'ordre du jour, paraît devoir entraîner l'emploi plus exclusif de roues d'un diamètre voisin de 1,50 m. et limiter plus fréquemment l'accouplement à celui de trois essieux.

Diamètre des roues accouplées dans les types de machines à marchandises le plus récemment créés en France.

P.-L.-M.	8	roues accouplées	(3211-3362).	1,500 m.
Ouest.	6	—	(2301-2304).	1,660 —
Midi	—	—	(1204)	1,600 —
—	—	—	(1301-1302).	1,750 —
Est.	—	—	(1000 et 3000).	1,400 —

19. Machines à adhérence totale. — Les machines à quatre essieux accouplés usitées en France sont toutes plus ou moins directement dérivées des machines Engerth livrées en 1856 par les usines du Creusot aux Compagnies du *Nord* et de l'*Est*. C'est de cette époque que date véritablement l'entrée de ces machines dans la pratique courante française. Sous leur forme actuelle, elles furent introduites en 1862-63 sur les lignes de l'*Orléans* et du *Midi;* en 1867 et 1868, sur les lignes du *Nord* et de *P.-L.-M.;* en 1873, sur celles du *Midi*. De toutes les machines employées sur nos réseaux, ce sont celles qui ont subi le moins de transformations et de perfectionnements depuis leur origine. Les derniers modèles construits n'ont reçu que des modifications de

[1] La Compagnie de l'*Est* possède une locomotive unique (N° 0538) comportant un essieu à l'arrière et résultant de la transformation d'une ancienne machine.

détail, si l'on excepte les machines compound à quatre cylindres de *P.-L.-M.*, qui constituent en réalité un type nouveau.

Dans le plus grand nombre de ces machines (*Est*, *Etat*, *P.-O.*, *P.-L.-M.* anciens types, *Midi*), les quatre essieux sont situés sous le corps cylindrique et le foyer se trouve entièrement en porte à faux à l'arrière. Ce porte-à-faux est même considérable dans certains types dont on a voulu élargir le foyer et réduire l'empattement, la partie antérieure du foyer se trouvant à près de 0,70 m. en arrière du dernier essieu. Dans ces conditions, il avait fallu ajouter un lest en fonte à l'avant, le poids des cylindres ne suffisant pas pour assurer une répartition convenable (*Est*), dans les types récents, on s'est dispensé de l'addition de ce contrepoids.

Dans le type *Nord* et dans les nouvelles compound de *P.-L.-M.*, le foyer est placé à cheval au-dessus du dernier essieu ; la réduction considérable de porte à faux qui en résulte et le diamètre plus grand des roues permettent à ces machines d'effectuer un service plus rapide que les précédentes, qui sont du reste, à proprement parler, des machines de rampes.

Dans les machines françaises de ce type, les longerons sont intérieurs, les cylindres et tout le mécanisme de distribution sont extérieurs.

Ces locomotives pèsent de 44 à 55 t. en service, *Nord :* 44 t. ; *Est :* 49 t. ; *Etat :* 53 t. ; *Midi :* 54 t. ; *P.-L.-M. :* ancien type 51,7 t. ; compound 55, 4 t.

L'empattement varie de 3,86 m. (*Midi*) à 4,25 m. (*Nord*) ; celui de la machine mixte compound de *P.-L.-M.* est beaucoup plus grand : 5,73 m., mais les essieux extrêmes ont un certain jeu latéral facilitant le passage en courbes.

C'est la machine du type *État* qui possède les cylindres les plus volumineux : 0,540 m. $\times$ 0,660 m. ; les plus petits sont ceux du type *Nord :* 0,500 m. $\times$ 0,650 m.. Aucune machine française de cette classe n'a de cylindre d'un diamètre inférieur à 0,500 m.

Les machines à huit roues accouplées à adhérence totale sont assez usitées en Allemagne (type de l'*État prussien :* roues de 1,27 m., cylindres de 0,520 m. $\times$ 0,630 m., poids en charge 51,65 t.) ; en Suisse ; en Autriche, en Italie, en Espagne, etc. Plusieurs d'entre elles diffèrent surtout des machines du type français par la disposition du mécanisme de distribution placé à l'intérieur. Les machines récentes de ce type n'ont pas le foyer en porte à faux.

On a également construit un assez grand nombre de *machines-tenders à huit roues accouplées* qui sont en général moins puissantes que les machines similaires à tender séparé car il a fallu, pour parer à l'excédent de poids provenant de l'addition des caisses à eau et des approvisionnements, diminuer le volume de la chaudière. Les Compagnies du *Nord* et du *Midi*, les Administrations de l'*État belge* et du *Grand Central belge* comptent à leur effectif quelques machines de cette classe. Les trains de marchandises, sur le *Chemin de fer de Ceinture* de Paris, sont remorqués par des locomotives-tenders

à quatre essieux accouplés, pesant 51,6 t. en ordre de service et possédant des cylindres de 0,480 m. × 0,600 m.

20. Machines à adhérence partielle. — Les machines à huit roues accouplées comportent quelquefois un ou deux essieux porteurs, placés soit à l'avant, soit à l'arrière, soit réunis à l'avant sous forme d'un bissel et qui ont pour but d'améliorer la stabilité ou la répartition tout en permettant d'augmenter le volume et le poids de la chaudière. Les locomotives de ce type sont surtout usitées aux États-Unis ; mais elles commencent à s'introduire en Europe où les machines Engerth, autrefois en faveur et maintenant à peu près disparues, représentaient en somme le même principe sous une forme très différente.

Machines à huit roues accouplées comportant un bissel à l'avant. — Si on réduit dans une forte proportion le porte-à-faux du foyer en reportant le dernier essieu vers l'arrière, sous la grille, on entraîne une perturbation dans la répartition et une surcharge des essieux avant. C'est surtout ce qui a conduit les Américains, toujours soucieux de diminuer les porte-à-faux dans leurs locomotives, à ajouter à l'avant des cylindres un essieu porteur, du type bissel, qui permet en outre d'accroître la capacité de la chaudière sans dépasser, pour chaque essieu, la limite imposée. Ce bissel présente en outre l'avantage d'augmenter la stabilité dans une mesure très appréciable, ce qui permet aux machines qui en sont munies de circuler, dans des conditions de sécurité analogues, à une vitesse plus élevée.

Le type ainsi constitué, connu sous la désignation de type *Consolidation*, est à la machine à huit roues accouplées et à adhérence totale ce qu'est la machine *Mogul* à la locomotive ordinaire à six roues accouplées. Les machines américaines de ce modèle, construites depuis une dizaine d'années, pèsent rarement moins de 50 t. et parfois jusqu'à 74 t. dont 65 t. de poids adhérent. Elles sont montées sur des roues d'un diamètre variant de 1,23 m. à 1,45 m. ; l'empattement varie de 6,50 m. à 7,20 m. dont 4,20 m. à 4,85 m. de base fixe. Les cylindres ont un diamètre de 0,500 m. à 0,550 m. et une course de 0,610 m. à 0,660 m. Les plus puissantes de ces locomotives remorquent des trains de 1 000 t. sur des lignes assez accidentées.

L'*État prussien* a récemment mis en service des machines du même type, possédant des roues de 1,27 m., offrant un empattement total de 6,30 m. et un poids, en ordre de marche, de 59,7 t. dont 50,6 t. sur les roues accouplées.

Machines à huit roues accouplées comportant un bissel ou un essieu porteur à l'arrière. — Si, contrairement à ce que nous disions dans le paragraphe précédent, pour accroître la surface de grille on allonge le foyer vers l'ar-

rière, sans modifier la position et l'écartement des essieux accouplés, on donnera lieu à un porte-à-faux inadmissible et à une surcharge excessive des essieux arrière que l'on ne saurait contrebalancer par l'emploi d'un lest. Il convient alors d'ajouter un essieu porteur sous le foyer. Cette disposition, analogue à celle que nous avons signalée en ce qui concerne les machines à six roues accouplées (type *P.-L.-M.*, mach. 3 001-3 140), n'a été réalisée en France, à notre connaissance, que sur la locomotive 0.538 de la Compagnie de l'*Est* résultant de la transformation d'un ancien type dont la nouvelle chaudière comportait un foyer Belpaire à large grille débordant au-dessus des roues porteuses.

L'addition du cinquième essieu, non accouplé, est surtout réalisée dans les machines-tenders, parce que le poids supplémentaire des caisses et des approvisionnements a pour effet de reporter vers l'arrière le centre de gravité des poids suspendus. On a eu souvent recours à cette disposition aux États-Unis particulièrement pour des machines d'exportation destinées au Mexique ou à l'Amérique du Sud.

Les locomotives les plus connues de ce type sont les machines de rampes, de l'État belge (dites des Plans), dont un spécimen figurait à l'Exposition d'Anvers en 1885 et qui pèsent 75 t. en ordre de service ; les roues accouplées ont un diamètre de 1,05 m. ; empattement total 7,23 m., dont 4,50 m. de base fixe.

Machines à huit roues accouplées comportant un bogie à l'avant. — L'addition du bogie à l'avant résulte des mêmes considérations que celui du bissel, exposées plus haut, mais elle constitue une mesure plus radicale. Les machines de ce type ne sont encore usitées qu'aux États-Unis où elles sont connues sous le nom de *12 wheelers*. Les Américains, qui ne disposent pas toujours d'un bon combustible et qui tiennent de plus en plus à avoir des machines puissantes et d'une conduite facile, développent de plus en plus la capacité des chaudières, relativement au volume des cylindres et au poids adhérent. Ne pouvant dépasser les charges d'essieu actuelles, surtout pour des machines souvent destinées aux lignes secondaires de montagne, dont la voie est légère ou médiocrement entretenue, craignant à l'avant le porte-à-faux des gros cylindres nécessaires à ces machines, désireux en outre d'obtenir des locomotives capables de s'inscrire facilement dans des courbes de petit rayon, ils s'écartent de plus en plus, pour les machines à marchandises, du type européen à adhérence totale. C'est pourquoi le type à huit roues accouplées et à bogie, succédant au type *Consolidation*, se répand de plus en plus. Ils ont construit dans ces dernières années des machines de ce modèle qui sont d'une puissance extrêmement considérable. Nous citerons comme exemple celles qui ont été livrées en 1894 au *Southern Pacific Railway*

et dont le poids total atteint 78,5 t., bien qu'elles ne portent pas elles-mêmes leurs approvisionnements d'eau et de charbon. Les roues accouplées ont 1,30 m. de diamètre, l'empattement total est de 7,72 m. et l'empattement fixe de 4,72 m. Les cylindres ont 0,560 m. × 0,660 m. Grâce au bogie et à la suppression du porte-à-faux, ces machines sont capables de réaliser des vitesses relativement considérables.

MACHINES A DIX ET DOUZE ROUES ACCOUPLÉES

21. Les machines à dix roues accouplées sont toujours des machines de rampes, aussi le diamètre de leurs roues est-il assez faible : 0,95 m. à 1,10 m.; cependant aux Etats-Unis on va jusqu'à 1,27 m.

Les seules locomotives de cette classe que nous possédions en France sont les machines-tenders (nos 2201-2203), de la Compagnie d'*Orléans*, construites en 1867-69 pour le service des lignes à fortes rampes du Cantal et qui ne peuvent plus être considérées comme très puissantes aujourd'hui, leur surface de grille ne dépassant guère 2 mq. et leur poids en charge étant de 59,40 t., y compris 7,70 t. d'eau et de combustible dans les soutes. Le diamètre des roues est de 0,95 m. seulement; cylindres de 0,500 m. × 0,600 m.; empattement de 4,53 m., avec jeu aux essieux extrêmes.

Cette classe de locomotives est surtout usitée aux États-Unis sur quelques lignes à fortes rampes, sous la forme de machines à tender séparé, elle porte le nom de type *Decapod*. Elles sont à adhérence totale ou comportent un bissel à l'avant des cylindres. A ce dernier type appartiennent par exemple, les puissantes machines compound à quatre cylindres de l'*Erie Railroad*, qui pèsent 88,50 t. dont 78 t. sur les roues accouplées, et 129 t. avec leur tender. Les roues accouplées ont de 1,27 m. diamètre ; l'empattemet total est de 8,31 m.

22. Machines à douze roues accouplées. — Depuis la réforme des machines Petiet à quatre cylindres de la Compagnie du *Nord*, les seules locomotives à douze roues accouplées ou motrices, quic irculent en Europe, sont du type-tender et du système compound Mallet, articulées, à quatre cylindres. Elles sont affectées au service des trains de marchandises sur la ligne du *Gothard :* poids total en service 85 t., y compris 13 t. d'approvisionnements.

Il a été aussi construit aux États-Unis quelques locomotives à douze roues accouplées, entre autres celles du *Mexican Central*, qui pèsent 104 t.

23. Machines spéciales. — Nous classerons sous cette rubrique les locomotives, appartenant à un type particulier ne pouvant rentrer dans la classifi-

cation ci-dessus, en raison soit de leur destination spéciale, soit des dispositions exceptionnelles adoptées dans leur construction. Il est à noter que ce sont toujours des locomotives de rampes dans lesquelles on a cherché à résoudre ce problème, intéressant et difficile, qui consiste à combiner l'adhérence totale avec la souplesse permettant la circulation dans les courbes de petit rayon que l'on trouve toujours sur les lignes de montagne.

Bien des dispositifs ingénieux, mais parfois compliqués, ont été réalisés dans ce but; nous ne citerons que les machines Fairlie, à deux trucks moteurs, et surtout les machines compound articulées du système Mallet, dont nous parlons dans un autre chapitre.

24. Nous examinerons dans les deux chapitres suivants les principaux types de locomotives actuellement en usage sur les réseaux français et étrangers, Cette classification par pays nous a paru présenter plusieurs avantages, entre autres celui d'offrir plus d'ordre et de clarté, et de mieux fixer les idées sans que les comparaisons soient pour cela moins faciles. Nous suivrons l'ordre suivant : France, Grande-Bretagne, Belgique, Suisse, Allemagne, Autriche, Russie, autres pays du continent européen, États-Unis. Nous insisterons surtout sur les machines françaises et sur celles de quelques pays, dont l'étude est particulièrement intéressante soit qu'elles diffèrent plus des nôtres, soit qu'elles présentent des dispositions ou des innovations, qui ont tendance à se généraliser.

Nous nous sommes surtout attaché aux types récents, non exceptionnels, représentant la pratique la plus moderne; mais, sous peine de n'offrir qu'un travail très incomplet, nous devions comprendre dans notre étude un grand nombre de locomotives qui, sans être à proprement parler anciennes, constituent en réalité la majorité de l'effectif actuel des différentes administrations de chemins de fer. Le matériel ne se renouvelle pas très rapidement, surtout dans certains pays où la gestion des réseaux se fait avec plus d'économie et de prudence, et si nous nous étions borné aux types récents, nous n'eussions donné qu'une idée très imparfaite de son ensemble. Nous avons négligé toutefois de parler des très anciennes machines que l'on trouve encore en abondance sur les lignes secondaires, mais qui, appelées à disparaître prochainement, ne répondent ni aux exigences, ni aux idées actuelles.

Les documents et croquis ainsi rassemblés permettront des comparaisons intéressantes et nous semblent propres à donner une idée générale, assez exacte, de l'ensemble du matériel circulant sur les principales lignes du monde et des tendances qu'il représente.

On constatera, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, que les nouveaux types diffèrent beaucoup moins entre eux que les anciens, tant sous le rapport des proportions et de l'agencement général qu'en ce qui concerne les

formes extérieures. On remarquera l'extension de plus en plus grande de certains types, par exemple, pour le service des trains express, des machines à quatre roues accouplées et à bogie universellement employées, aux États-Unis et en Angleterre, qui tendent à former aussi le type général dans tous les autres pays. On verra également combien est manifeste, surtout dans quelques pays étrangers, la tendance vers l'emploi de machines à adhérence partielle, à bissel ou à bogie, pour le service des trains de marchandises accélérés ou des trains lourds de voyageurs, conséquence de l'accroissement des vitesses qui entraîne à accroître constamment la puissance et le poids des chaudières, par rapport au volume des cylindres.

CHAPITRE II

EXAMEN DES PRINCIPAUX TYPES DE LOCOMOTIVES USITÉS EN FRANCE

Généralités. — Caractères principaux des locomotives françaises. — Tendances actuelles. — Monographie des principaux types usités par les grandes Compagnies et pour les différents services.

25. Généralités. — Il ne nous a pas semblé utile d'exposer, en ce qui concerne les réseaux français, avant d'aborder l'étude des principaux types de locomotives qui les parcourent, et comme nous l'avons fait pour certains pays étrangers, les conditions générales d'établissement et d'exploitation, fort bien connues de la classe de lecteurs français auxquels s'adresse surtout cet ouvrage.

Nous rappellerons simplement que les chemins de fer français, qui ont donné depuis leur création l'exemple de bien des innovations, n'ont pas cessé de progresser à tous les points de vue, plus particulièrement en ce qui concerne la vitesse des trains express. Cette vitesse est actuellement plus élevée que dans les autres pays de l'Europe continentale et n'est dépassée que sur certaines des principales lignes de l'Angleterre et par quelques trains exceptionnels aux États-Unis. Il suffira de citer un petit nombre d'exemples :

Paris à Calais (295 km.), avec arrêt intermédiaire de 5 min. à Amiens, en 3 h. 42 m. ; vitesse commerciale de 79,8 km.

Paris à Amiens (131 km.) en 1 h. 36 m., soit à la vitesse moyenne de marche de 81,6 km.

Paris à Saint-Quentin (154 km.) en 1 h. 47 m. soit à la vitesse moyenne de 86,4 km. ; cette vitesse est, il est vrai, réalisée par un train de luxe, mais un train ordinaire et régulier accomplit le même trajet à une vitesse de près de 80 km. à l'heure. De Jeumont à Saint-Quentin, le *Nord-express* atteint une vitesse moyenne de marche de 91 km.

Paris à Reims (156 km.) en 2 h. ; vitesse moyenne de 78 km.

Le rapide de Bordeaux parcourt en 7 h. 54 m. les 578 km. qui séparent

Paris de Bordeaux (Bastide), avec cinq arrêts intermédiaires, absorbant 26 min. non compris les ralentissements ; vitesse commerciale de 72,6 km.

Le *Sud-express* atteint la vitesse moyenne de 83 km. entre les Aubrais et Saint-Pierre-des-Corps.

Les rapides de Paris au Havre sont maintenant tracés à une vitesse moyennne de marche de 84 km. entre Paris et Mantes et de 80 km. entre Mantes et Rouen.

Les plus longs parcours effectués sans arrêt, en France, sont : Amiens-Calais (164 km.) ; Laroche-Dijon (160 km.) ; Paris-Reims (156 km.) ; Paris-Laroche (155 km.) : Paris-Saint-Quentin (154 km.) ; Paris-Rouen (140 km.).

Les trains express français sont assez lourds et leur poids tend à augmenter, aussi les types de locomotives à grande vitesse de toutes les Compagnies ont-ils dû être modifiés et renforcés dans ces dernières années. Pour les trains les plus rapides, ce poids atteint ordinairement de 130 à 180 t. non compris machine et tender ; il s'élève parfois, sur certains réseaux, à plus de 200 t. Le poids des express ordinaires atteint jusqu'à 250 t. sur quelques lignes.

26. Principaux types usités en France et caractères particuliers qui les distinguent. — Les locomotives employées sur les réseaux français ne présentent pas en général un caractère d'uniformité aussi marqué que le matériel de quelques autres contrées et ne peuvent être facilement rattachées à un très petit nombre de types. On ne peut donc en quelques mots définir leurs caractères généraux comme cela est facile pour les locomotives anglaises et surtout américaines. Cette variété des types, qui tend d'ailleurs à s'atténuer aujourd'hui, a trouvé sa raison d'être dans les motifs que nous avons exposés précédemment, au nombre desquels il faut surtout ranger la nature du combustible employé, du profil des lignes, les convictions du constructeur et les habitudes locales ; on pourrait peut-être aussi l'attribuer à un esprit de recherche plus développé que dans d'autres pays. On ne doit pas oublier non plus que nos grands réseaux ont été en partie constitués par la fusion d'anciennes Compagnies qui possédaient chacune des types de locomotives, souvent différents, lesquels sont venus, côte à côte, former l'effectif commun.

Les Compagnies du *Nord* et de l'*Ouest* n'ont eu longtemps en service que des machines express à châssis extérieur et à cylindres intérieurs, tandis que les locomotives des chemins de fer d'*Orléans* et de *P.-L.-M.* étaient à longerons intérieurs et à cylindres extérieurs. Les machines à grande vitesse du *Nord*, de l'*Est* et du *Midi* avaient des tubes relativement courts, tandis que celles de l'*Orléans* et de *P.-L.-M.* comportaient des tubes très longs. Les machines à quatre roues accouplées placées au centre étaient uniquement usitées sur la grande ligne pour le service des voyageurs par les Compagnies d'*Orléans* et

de *P.-L.-M.* (cette dernière les transforme aujourd'hui et les remplace par un autre type), tandis que les machines à quatre roues accouplées sur l'arrière avec essieu porteur ou bogie à l'avant étaient adoptées par les autres administrations.

Or ces différences, nous l'avons dit, tendent à s'effacer, aussi bien en ce qui concerne la disposition que les proportions d'ensemble. La machine à quatre roues accouplées sur l'arrière et à bogie devient par exemple le type général pour le service des trains de voyageurs (la Compagnie d'*Orléans* exceptée), les châssis extérieurs semblent à peu près abandonnés ; on ne construit plus guère de chaudières à corps cylindrique très long surtout depuis l'adoption, par certaines Compagnies, des tubes à ailettes. Pourtant, entre ces types ainsi constitués, il existe encore des différences assez accentuées résultant du mode variable de construction adopté et de l'agencement des organes de détail qui constituent pour ainsi dire le style de chaque Compagnie.

Si certains types de machines appartenant à quelques-unes de nos Compagnies sont dérivés de types étrangers ou du moins sont établis suivant des principes appliqués de préférence et antérieurement au dehors, d'autres au contraire peuvent être considérés comme constituant véritablement des types français soit qu'ils aient été plus souvent usités chez nous, soit même qu'ils y aient pris naissance. Il en est ainsi par exemple, au point de vue des dispositions générales, de la locomotive à quatre roues accouplées comprises entre deux essieux porteurs, type des express d'*Orléans* et des machines *P.-L.-M.*, résultant primitivement de l'addition, à l'arrière, d'un essieu porteur, dans les machines à trois essieux dont deux couplés ayant le foyer en porte-à-faux. Ce type a été repris ensuite en Autriche, plus tard en Angleterre par M. Webb (*L. and N. W. R.*) pour quelques machines très puissantes, et aux États-Unis par Baldwin, mais avec d'importantes modifications.

De même, bien qu'en réalité dérivées du type Engerth, les locomotives à quatre essieux accouplés et adhérence totale, répandues depuis dans la plupart des pays de l'Europe continentale peuvent être considérées comme constituant aussi un type français. On doit se rappeler à ce sujet que c'est en France qu'ont été construites les premières locomotives à marchandises de grande puissance (dès 1856) et que si les Américains nous ont depuis dépassé dans cette voie, nous les y avons précédés de plus de vingt-cinq ans.

Certaines dispositions de détail ont surtout été appliquées aux machines françaises au point de constituer longtemps un caractère distinctif. Tels sont par exemple : les mécanismes de distribution extérieurs, usités par toutes nos Compagnies pour tout ou partie de leur matériel, surtout en ce qui concerne les locomotives à six et huit roues accouplées ; les régulateurs Crampton à

tringle et tuyaux extérieurs, maintenant abandonnés presque généralement mais que l'on retrouve encore sur la plupart des machines du *Nord*, de l'*Est* et de l'*Ouest*, du moins de construction antérieure à 1889; les dômes de grandes dimensions, surmontés de soupapes à balance, placés au milieu ou sur l'avant du corps cylindrique; les cheminées à registre et écran; les tabliers à redans, relevés sur une partie de leur longueur pour la visite du mécanisme. Les machines de certaines Administrations se distinguaient et se distinguent encore par certains caractères particuliers, ou des formes extérieures spéciales qui établissent nettement la Compagnie à laquelle elles appartiennent.

Les machines françaises se distinguent surtout par l'étude particulièrement soignée des détails; on a jusqu'ici attaché moins d'importance à l'aspect général, parfois compliqué dans les machines qui ne sont pas de construction toute récente.

La plupart des caractères spéciaux de nos locomotives, indépendants de leur type général, tendent aussi à disparaître aujourd'hui, ou tout au moins à s'atténuer, pour faire place dans bien des cas à ces formes un peu internationales, résultant d'une recherche plus grande de la simplicité et de la régularité, et qui semblent devoir rapprocher singulièrement toutes les locomotives de l'avenir, à quelque pays qu'elles appartiennent.

Quant à l'exécution des machines sortant des ateliers soit des Compagnies, soit des constructeurs français, elle a atteint un degré de perfection et de fini qui n'est atteint que dans quelques pays et n'est dépassé nulle part.

D'une manière générale, les locomotives employées par les grandes Compagnies françaises ont des chaudières en fer dans les anciens types, en acier doux dans la plupart des nouveaux, des foyers en cuivre rouge et des tubes en laiton, plus souvent maintenant en acier.

La boîte à feu Crampton, longtemps la plus usitée, comportant des fermes ou des tirants, cède chaque jour du terrain au foyer Belpaire, adopté déjà d'une manière exclusive pour les constructions neuves, par les Compagnies du *Nord* et de *P.-L.-M.*

Toutes les chaudières sont munies d'un dôme de prise de vapeur au moins renfermant le plus souvent aujourd'hui le régulateur.

La boîte à fumée est ordinairement cylindrique et constituée par le prolongement de la tonne (sauf en ce qui concerne les machines de la Compagnie d'*Orléans*, qui ont la boîte à fumée en saillie). Quelques machines récentes ont une boîte à fumée très longue, dans le style américain.

Les cylindres sont intérieurs ou extérieurs pour les machines à quatre ou six roues accouplées, toujours extérieures dans les locomotives à huit roues accouplées.

Quand ils sont intérieurs, les cylindres sont toujours placés vers l'avant; quand ils sont extérieurs, ils sont situés, le plus souvent, à l'avant; mais

parfois au milieu, immédiatement à l'avant des roues accouplées, l'essieu moteur se trouvant à l'arrière, par exemple, dans les machines express de la Compagnie de l'*Est;* il en est de même des cylindres à haute pression dans les locomotives compound à grande vitesse des Compagnies du *Nord*, de *P.-L.-M.*, du *Midi* et de l'*Ouest*.

Le mécanisme de distribution est intérieur ou extérieur, mais il affecte de préférence cette dernière disposition (exception faite pour beaucoup de machines de *P.-L.-M.*) et particulièrement dans toutes les machines à huit roues accouplées. On emploie la plupart des systèmes de distribution; la coulisse de Gooch est encore la plus usitée, mais la distribution Walschaërt s'est beaucoup répandue depuis quelques années. Les tiroirs sont du système ordinaire à coquille, non compensés, presque toujours en bronze. La Compagnie d'*Orléans*, les chemins de fer de l'*Etat* et quelques autres ont fait l'essai de distribution à quatre obturateurs, avec ou sans déclic.

Les longerons sont placés entre les roues, dans tous les types récents, (sauf des machines à marchandises de l'*Est* et les locomotives de banlieue de l'*Orléans*); les machines ayant un essieu porteur passant sous le foyer comportent ordinairement un longeronnet extérieur et très court rapporté à l'arrière. Les roues sont en fer matricé et munies de bandages en acier. Les essieux sont en acier; les boîtes à huile et leurs glissières, en fer matricé ou en acier moulé.

La plupart des tenders sont à deux essieux, à part ceux des machines express, qui comportent presque toujours trois essieux; leur contenance varie de 6 à 20 m. c. d'eau.

Le système compound à quatre cylindres a été, depuis quelques années, appliqué en France à de nombreuses machines. Toutes les locomotives à grande vitesse commandées depuis 1891 par les Compagnies du *Nord*, de *P.-L.-M.* et du *Midi* appartiennent à ce type, également expérimenté par la Compagnie de l'*Ouest*. Les Compagnies de *P.-L.-M.*, du *Midi* et du *Nord* l'ont aussi appliqué, la première à des machines à huit roues accouplées, les secondes à des machines à six roues accouplées.

Le service de voyageurs est presque toujours effectué en France par des machines à quatre roues accouplées, exclusivement adoptées pour les express et appartenant à l'un des types cités plus haut; et en ce qui concerne les trains omnibus ou de banlieue souvent par des machines à six et même huit roues accouplées (*P.-L.-M.*) de types spéciaux. Les trains de marchandises sont remorqués en règle générale par des locomotives à six ou à huit roues accouplées, suivant leur poids et la nature du profil. Cependant, la Compagnie du *Nord* emploie normalement les machines à quatre essieux accouplés pour ses services de marchandises, tandis que la Compagnie de l'*Ouest* n'en a jamais fait construire.

Les Compagnies de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est* et d'*Orléans* sont les seules en France qui possèdent des types spéciaux de machines-tenders pour le service des trains de voyageurs de banlieue.

Nous examinerons successivement, à un point de vue général, les principaux types de locomotives employés par les Administrations françaises de chemins de fer, pour le service des différentes catégories de trains, sans nous occuper pour le moment des détails de construction qui seront traités à part, dans une autre partie de l'ouvrage. Nous étudierons d'abord les machines à tender séparé, puis les machines-tenders pour voie normale[1].

MACHINES A TENDER SÉPARÉ

Les machines à tender séparé sont destinées au service des voyageurs ou des marchandises sur les grandes lignes ; elles sont cependant parfois usitées sur les lignes de banlieue, surtout pour les trains de marchandises et faute de locomotives-tenders spécialement appropriées.

27. Machines à roues libres. — Les Compagnies françaises ont renoncé, depuis longtemps, à l'emploi des locomotives à roues libres pour le remorquage des trains de voyageurs de grande ligne, et cela, non pas que l'on n'eût pu en construire d'assez puissantes pour être à même d'effectuer avec régularité certains des services actuels, mais parce que l'on n'a pas vu d'opportunité à leur emploi, ni apprécié qu'elles offrissent quelques avantages. Aussi, quand le poids des trains express augmenta, tous les efforts se portèrent-ils sur la locomotive à quatre roues accouplées, dont on augmenta successivement la puissance et que l'on perfectionna à différents points de vue ; la locomotive à roues indépendantes, qu'elle fût du type ordinaire ou du système Crampton, resta ce qu'elle était et se trouva beaucoup trop faible pour le service que l'on devait lui demander. D'ailleurs, à cette époque, les voies n'étaient pas assez robustes pour que l'on pût songer à accroître la charge de l'essieu moteur dans une mesure suffisante.

On doit même remarquer que les machines françaises à roues libres ayant, en général, été retirées du service des grandes lignes avant que le renforcement des voies ait permis d'accroître la charge des essieux moteurs, ceux-ci n'ont jamais (à l'exception de la Crampton transformée par la Compagnie

[1] En ce qui concerne les types de locomotives employés en France jusqu'à 1882 inclusivement, nous avons trouvé d'utiles renseignements dans les intéressants articles de M. Deghilage publiés dans la « Revue Générale des Chemins de fer » : *Les locomotives à l'Exposition universelle de* 1878, numéros d'août et décembre 1879 ; *Note sur les locomotives construites pour les Chemins de fer français de* 1878 à 1881, numéros d'octobre et décembre 1882, juin et novembre 1883.

de l'*Est*) reçu de charge aussi forte que dans les machines à quatre roues accouplées, ce qui mettait ces locomotives dans un état complet d'infériorité. L'inverse, nous le verrons, s'est produit en Angleterre.

Jusqu'à il y a vingt-cinq ans environ, la plupart des trains de vitesse en France étaient remorqués par des locomotives à roues libres, du système Crampton (fig. 1), sur les lignes du *Nord*, de l'*Est*[1] et de *P.-L.-M.*, du type ordinaire à trois essieux, dont deux encadrant l'essieu moteur placé au centre, sur les lignes de l'*Ouest* (Mach. Buddicom), d'*Orléans* (machines C. Polonceau, puis Forquenot, type de 1862), du *Midi*. Toutes ces machines ont aujourd'hui disparu, sauf quelques Crampton transformées de la Compagnie de l'*Est*, dont une a reçu une chaudière Flaman et porte actuellement une charge de 16,4 t. sur l'essieu moteur au lieu de la charge primitive de 10 t. Ces machines font encore un bon service avec les express peu chargés, comme le train de Calais-Bâle. La Compagnie d'*Orléans* possède encore quelques machines du type de 1862, mais qui ne font plus les express sur la grande ligne ; de même les Compagnies de l'*Ouest* et du *Midi* comptent encore à leur effectif quelques locomotives à roues libres, les premières transformées en machines-tenders et employées au service des trains légers sur des lignes d'embranchement, mais toutes ces locomotives disparaissent peu à peu, et les dernières seront prochainement mises à la réforme.

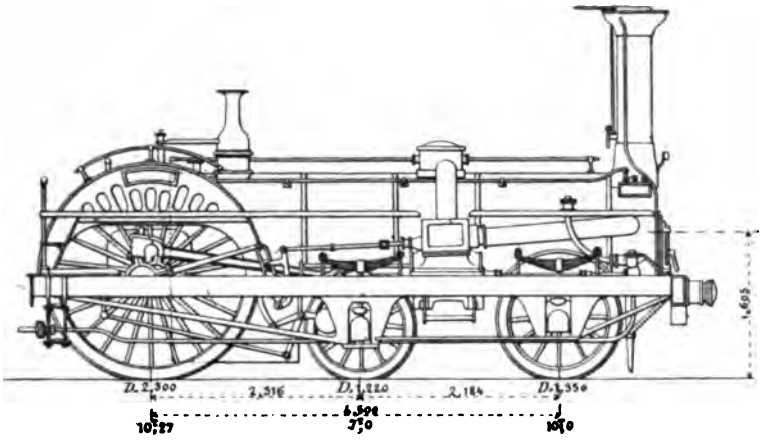


Fig. 1. — Locomotive Crampton des *Chemins de fer de l'Est*. Type primitif (1852).

A part les machines Crampton livrées en 1852-54 à la Compagnie de l'*Est* et en 1853 à la Compagnie du *Nord*, et dont les roues motrices avaient un diamètre de 2,30 m., il ne semble pas que l'on ait jamais cherché en France, à donner un plus grand diamètre aux roues motrices des locomotives à essieux indépendants qu'à celles des machines à deux essieux accouplés. Les roues des Crampton du *Nord* (à part la série indiquée) avaient 2,10 m., comme celles du type *Outrance* qui a remplacé ces machines ; le diamètre des roues

[1] Le service des express a été uniquement effectué par des machines Crampton, sur le réseau de l'*Est*, jusqu'en 1878.

motrices n'était que 1,70 m. dans les Buddicom de l'*Ouest*, et de 1,90 m. dans les machines *P.-O.* (type 1862).

28. Machines à quatre roues accouplées. — Ces locomotives ont été usitées en France, dès 1855, pour le service des trains express ou directs, par la Compagnie de l'*Ouest* dont le type créé à cette époque fait encore aujourd'hui un excellent service et a été reproduit successivement, avec d'importantes modifications, jusqu'en 1877. Les premières machines express à quatre roues accouplées des autres Compagnies furent mises respectivement en service en 1864 (*P.-O*), 1868 (*P.-L.-M.*), 1869 (*Nord*), 1877 (*Est*). Ces machines avaient des roues motrices d'un diamètre de 2 m. à 2,10 m., sauf celles de l'*Est*, qui possédaient des roues de 2,30 m., comme les Crampton. Celles de l'*Orléans* et de *P.-L.-M.* étaient originairement à trois essieux et avaient le foyer en porte à faux. Elles furent transformées à partir de 1874 par l'addition d'un essieu porteur à l'arrière. Les machines de ce type furent, dans la suite, construites avec ce quatrième essieu. Les locomotives à quatre roues accouplées, construites antérieurement à ces types, n'étaient pas destinées à la traction des trains les plus rapides de voyageurs et portaient l'appellation de machines *mixtes*.

Les locomotives express à quatre roues accouplées actuellement employées par les Compagnies françaises, résultent, pour la plupart, du développement de ces premières machines, mais quelques-unes s'en écartent beaucoup.

Compagnie de l'Ouest. — La Compagnie de l'*Ouest* a, la première, nous l'avons dit, construit des machines à quatre roues accouplées pour les trains express. Son type, de 1855, à roues de 1,91 m. de diamètre, a été reproduit presque sans modification jusque vers l'année 1874. A cette époque, une augmentation de puissance a pu être obtenue sans l'adjonction d'un quatrième essieu, moyennant le prolongement du foyer au-dessus de l'essieu arrière. Tel était le type qui a figuré à l'Exposition de 1878 (Mach. 707-743) et dont les principales conditions d'établissement sont les suivantes :

Surface de grille	1,75	m²
Surface de chauffe totale	99,43	—
Timbre	9,00	k.
Diamètre et course des pistons	0,420 m. × 0,600 m.	
Diamètre des roues accouplées	1,91	m.
Empattement total	4,40	—
Poids total en charge	39,00	t.
— adhérent —	27,70	—

Toutes ces machines sont à cylindres intérieurs avec tiroirs et distribution extérieurs ; les excentriques sont montés sur les moyeux des manivelles

d'accouplement. Les châssis sont extérieurs, mais comprennent un troisième longeron médian portant une boîte pour l'essieu coudé. Ce dernier est du système Martin. Les premières chaudières avaient le foyer Crampton ; mais, dans la suite, on adopta la boîte à feu en saillie. La boîte à fumée, cylindrique, est de petit volume et de très faible longueur. Les cylindres sont reportés vers l'avant, afin de permettre l'emploi de bielles motrices assez longues, et pour assurer une répartition convenable.

Ce modèle a été légèrement modifié en 1880, le diamètre des roues notamment a été porté à 2,04 m. et le diamètre des cylindres à 0,430 m, la surface de chauffe à 105,53 m² et le timbre à 10 kg. ; 71 machines, de ce type, présentant entre elles de légères différences de détail, ont été mises en service de 1880 à 1885 (fig. 2) (séries 636-706).

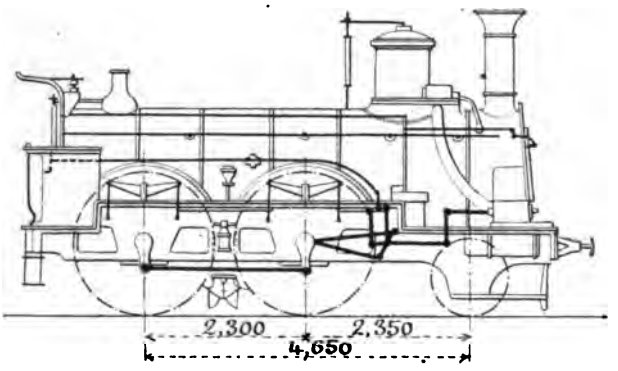


Fig. 2. — Locomotive à grande vitesse (série 654-690, type de 1883) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

La pratique a montré qu'on réaliserait des conditions générales de fonctionnement et d'entretien notablement meilleures si l'on pouvait obtenir les avantages d'un foyer profond sans le placer en porte à faux, tout en évitant l'addition d'un quatrième essieu. Pour obtenir ce résultat, l'écartement des deux essieux accouplés a été porté à 2,70 m. dans le type de 1888 dont un spécimen figurait à l'Exposition de 1889 et qui est représenté fig. 3.

La chaudière, en fer, est à foyer renflé ; elle est timbrée à 10 kg. La grille, légèrement inclinée, est munie d'un jette-feu à vis. Le corps cylindrique est très court (3,038 m.). Le foyer est muni d'une voûte en briques. Soupapes du système Webb ; régulateur à col de cygne dans le dôme. Les cylindres sont intérieurs avec boîtes à tiroir en dessus ; le mécanisme de distribution est extérieur et actionne les tiroirs par l'intermédiaire d'un arbre de renvoi.

Les bielles motrices et d'accouplement sont en acier et évidées ; ces dernières sont à têtes rondes.

Le châssis est extérieur, mais comporte un longeron médian avec boîte centrale pour l'essieu coudé.

Les ressorts des roues accouplées sont réunis par des balanciers latéraux.

Comme dans la plupart des locomotives de la Compagnie de l'*Ouest*, la traverse avant est à charnières pour permettre la visite des cylindres et le démontage des pistons.

Cette locomotive constitue en réalité un type de transition comportant encore certains des caractères que présentaient les anciennes machines de la Compagnie de l'*Ouest*, mais comprenant déjà quelques-unes des dispositions adoptées dans la suite pour ses constructions neuves : jette-feu à vis, régulateur à col de cygne avec tringles de manœuvre et tuyaux intérieurs, échap-

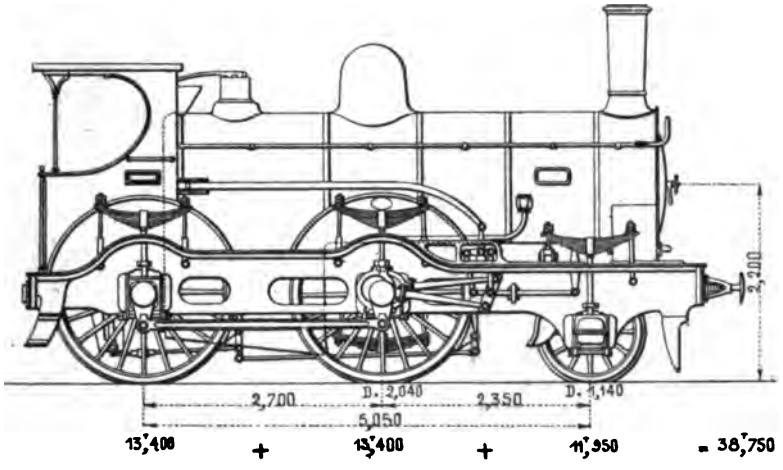


Fig. 3. — Locomotive à grande vitesse (série 621-633) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

pement fixe, balanciers de répartition, bielles évidées avec têtes rondes pour l'accouplement, abri complet fermé sur le côté, etc.

Ses principales conditions d'établissement étaient comme suit :

Surface de grille	1,64 m².
Surface de chauffe totale	110,35 —
Timbre	10,00 kg.
Diamètre et course des pistons	0,430 m. × 0,600 m.
Diamètre des roues motrices	2,010 —
Empattement total	5,050 —
Poids total en charge	40,10 t.
— adhérent	27,90 —

La même Compagnie construisit dans ses ateliers deux machines notablement plus puissantes (Mach. 951-952) mais dans lesquelles on dut recourir, pour éviter de fatiguer les voies, à l'addition d'un quatrième essieu qui fut appelé à constituer avec l'essieu porteur déjà existant un truck articulé placé à l'avant. Ce fut le prototype des locomotives à bogie maintenant adoptées par la Compagnie de l'*Ouest*. Ces premières machines pèsent en ordre de marche 48,20 t. dont 30,10 t. de poids adhérent ; elles ont des roues de même diamètre que le type antérieur, mais les cylindres ont 0,460 × 0,660 m. La surface de chauffe se trouva portée à 134,80 m², la surface de grille à 1,78 m² et le timbre à 11 kg. Le foyer, profond, plonge entre les deux essieux accouplés

dont l'écartement, comme dans les machines 621, est de 2,70 m. ; les cylindres et le mécanisme de distribution sont intérieurs.

Dans les études ultérieures (série 953-962, 1891) on s'attacha, sans réduire la puissance ni la vaporisation, à obtenir une machine plus légère et on créa ainsi une nouvelle série de machines à bogie dont le poids total put

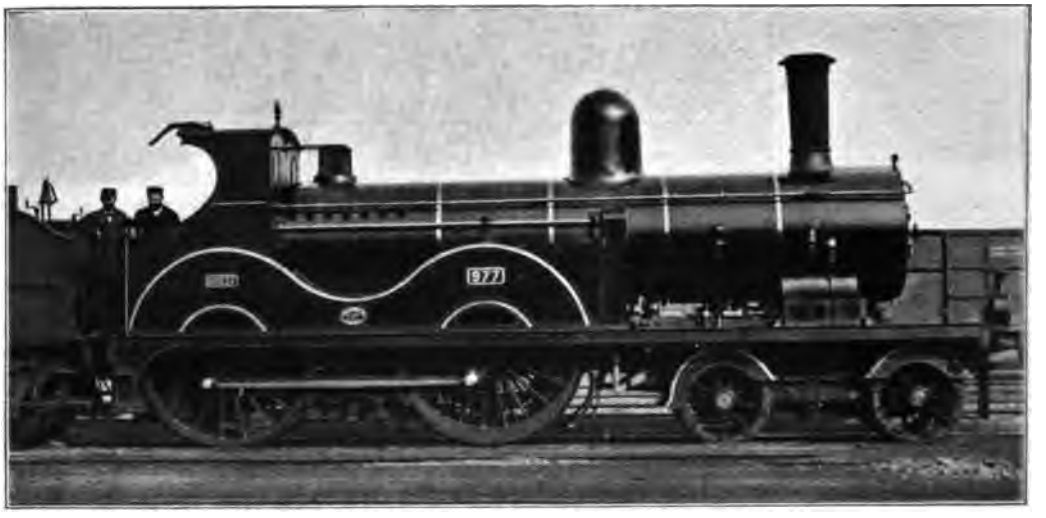


Fig. 4. — Locomotive à grande vitesse (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

être réduit à 44,10 t. ; les éléments du foyer et la surface de grille restaient les mêmes que dans le type précédent, mais la tubulure se trouva raccourcie et la surface de chauffe fut ramenée à 121,73 m².

Enfin, depuis 1892, la Compagnie de l'*Ouest* commanda successivement de nouvelles machines de ce type (séries 962-990, etc.), étudiées comme les précédentes sous la direction de M. l'ingénieur en chef Clérault, qui ne subirent guère d'autres modifications qu'un agrandissement du foyer, plongeant toujours entre les deux essieux accouplés, dont on porta l'écartement d'axe en axe à 2,90 m. et un allongement de la boîte à fumée comportant une trémie facilitant la vidange et le nettoyage. Ces machines, d'un fort bel aspect, sont remarquables comme combinant à la fois puissance et légèreté ; elles sont très stables aux plus grandes vitesses et remorquent les trains express les plus lourds du réseau nécessitant autrefois la double traction.

Ces locomotives sont du type à quatre roues accouplées et à bogie, à longerons, cylindres et mécanisme intérieurs (fig. 4 et 5).

La chaudière est à foyer Crampton. Le ciel du foyer est consolidé à l'aide d'armatures transversales dont les extrémités reposent sur des consoles rivées à la boîte à feu extérieure.

Le foyer est en cuivre ; il est réuni à la boîte à feu par un cadre en fer forgé.

Le corps cylindrique est composé de trois viroles assemblées à recouvre-

ment et à deux rangs de rivets, la virole de plus grand diamètre est placée à l'avant.

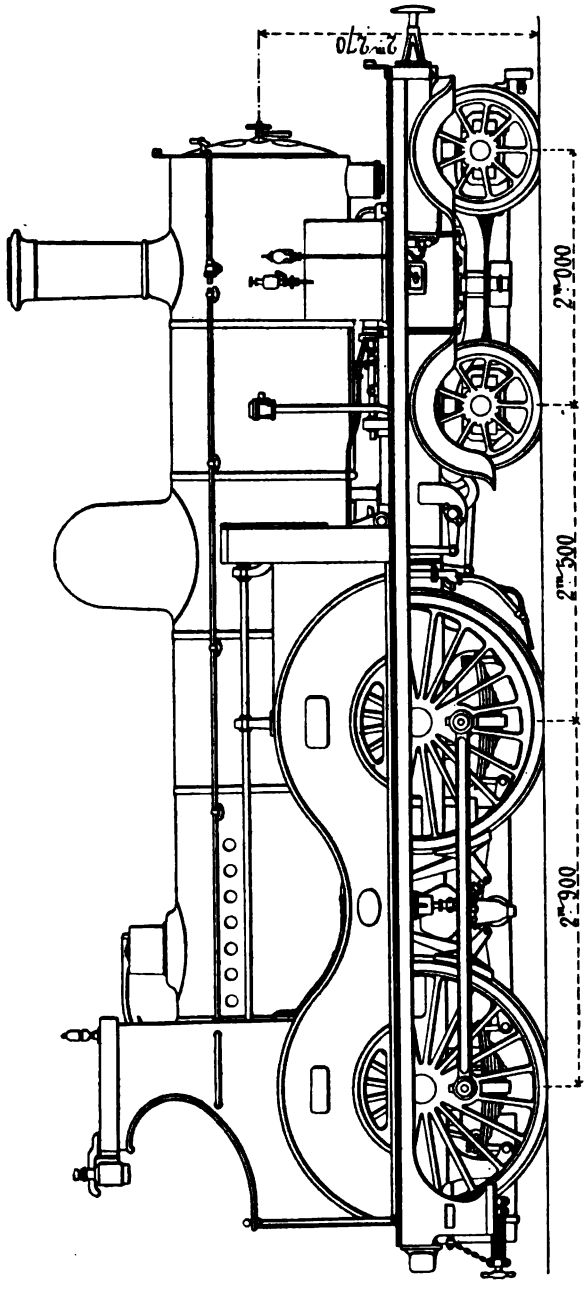


Fig. 5. — Locomotive à grande vitesse (série 963-990) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

La chaudière est timbrée à 12 kg.

La boîte à fumée est formée par le prolongement du corps cylindrique ; elle est allongée vers l'avant, au delà des cylindres, afin de permettre l'installation d'une trémie destinée à vider les escarbilles. La porte est de forme ronde avec fermeture au centre.

Les tubes sont en acier et raboutés en cuivre rouge ; leur diamètre extérieur est de 43 mm. Un certain nombre de ces machines a reçu des tubes à ailettes, ayant 70 mm. de diamètre extérieur.

La chaudière repose, d'une part, sur les cylindres où elle est attachée et, d'autre part, sur les longerons à l'arrière, sans aucun support intermédiaire.

Les longerons sont en acier de 25 mm. d'épaisseur. L'entretoise des glissières et celle de support sur le bogie sont en acier coulé ; les autres entretoises, tabliers d'attelage et traverses sont en tôle et cornières d'acier.

Les glissières des boîtes à huile sont en acier moulé ; chaque paire de glissières est reliée par sa partie supérieure au longeron à l'aide d'une partie nervée qui consolide l'ouverture pratiquée pour le passage de chacune des boîtes. Des cales en fer cémenté et trempé permettent de rattraper les jeux. Une fois les essieux en place, on ferme

le bas des glissières à l'aide de deux boulons traversant des entretoises.

Le châssis du bogie est constitué par deux tôles de 25 mm. en acier, entretoisées en leur milieu au moyen de profilés en U et de tôles horizontales. Cette entretoise sert de support à la pièce recevant le pivot, laquelle affecte la forme d'un plateau dont la partie inférieure coulisse transversalement entre deux glissières en acier boulonnées sur les profilés en U. Cette disposition permet un déplacement transversal limité à 0,025 m. de chaque côté et contrôlé par deux ressorts dont la tension initiale est de 1,400 kg. Ces ressorts butent du côté intérieur sur un point fixe de la machine quand le bogie est dans sa position normale au milieu, de sorte que la rupture de l'un d'eux ne peut occasionner de poussée oblique.

L'axe du pivot se trouve reporté de 0,05 m. en arrière du centre de figure des roues ; cette disposition facilite l'inscription de la machine en courbes et permet aux deux boudins de venir s'appliquer en même temps sur le rail. Des butées limitent le pivotement du bogie.

La suspension est constituée de chaque côté par un ressort longitudinal commun, renversé et rattaché par des bielles à des flasques doubles dont les extrémités reposent sur les boîtes des roues du bogie.

L'essieu moteur, coudé, est en acier, avec manivelles frettées et boulon de consolidation dans l'axe du tourillon.

L'essieu accouplé, placé derrière le foyer, est en acier et présente des fusées de mêmes dimensions que celles de l'essieu moteur.

Les contrepoids, forgés avec les corps de roues, sont établis de manière à équilibrer la totalité des pièces à mouvement circulaire et une fraction variant entre le tiers et le quart des pièces à mouvement alternatif.

Les boîtes à huile sont en acier moulé, les dessous sont en fer forgé et reçoivent les étriers de suspension des ressorts.

Les ressorts des essieux moteurs sont conjugués deux à deux, de chaque côté, par un balancier longitudinal dont les bras sont inégaux et calculés de manière que le poids sur le rail soit sensiblement le même pour chaque essieu, à l'état statique. Cette machine, grâce à la présence de ces balanciers et de ceux du bogie, est suspendue sur trois points.

Les cylindres, placés entre les longerons, sont coulés séparément et forment support de chaudière. Les boîtes à tiroirs sont placées vers le haut, mais légèrement inclinées sur le côté, de telle sorte que le plateau de fermeture soit placé au dehors, au-dessus du longeron et que la boîte soit très accessible. Les tuyaux de prise de vapeur et d'échappement sont placés dans la boîte à fumée.

Les pistons, du type suédois, sont en acier embouti, avec segments en fonte. La tige de piston, d'un diamètre de 0,070 m., est en acier forgé, vissée dans le corps du piston.

Les crosses sont en acier forgé et portent des patins en fonte régulée munis de godets de graissage sans mèches. Les glissières sont en acier forgé et débordent légèrement sur l'arrière le support de glissières.

Les bielles motrices sont en acier forgé, avec corps évidé. La petite tête porte une bague en bronze régulé. La grosse tête est à étrier mobile fixé au corps de bielle par deux parties filetées et des écrous. Les coussinets sont garnis de macarons en métal blanc.

Les bielles d'accouplement sont également en acier forgé et évidées, en section à I; leurs têtes sont rondes avec bagues en bronze régulé. Leur longueur d'axe en axe est de 2,90 m., avec une hauteur au milieu de 0,130 m., une largeur totale de 0,070 et une épaisseur de toile de 0,022.

Tous les graisseurs du mouvement sont du type sans mèche.

La distribution est effectuée par un dispositif sans excentriques qui rend le mécanisme intérieur très accessible, l'espace compris entre les deux bielles motrices ou les deux glissières se trouvant entièrement libre. Les coulisses, du type Walschaërt, sont actionnées par la bielle motrice, à l'aide d'un parallélogramme articulé vers son milieu; le tout est disposé de manière à permettre un réglage complet pour tenir compte de l'usure. Un index qui se trouve disposé près de la coulisse, donne les limites d'oscillation des bords extrêmes et indique le moment où le réglage est devenu nécessaire.

L'arbre de relevage est placé en dessous; il est actionné directement par une vis placée contre le couvre-roue de droite; la tringle de relevage est remplacée par un arbre beaucoup plus léger et une paire d'engrenages coniques. Le volant de manœuvre est placé à l'arrière, comme d'habitude; son arbre porte, près de l'emmanchement, une partie filetée recevant un écrou mobile à index, se déplaçant sur une règle graduée placée sous les yeux du mécanicien et qui lui donne l'indication du cran de marche. Quelques-unes de ces machines ont reçu un changement de marche à vapeur, asservi.

L'alimentation est assurée à l'aide de deux injecteurs Sellers placés sur les couvre-roues arrière, dans l'abri. Ils offrent respectivement des diamètres de 6,5 mm. et de 9,5 mm. de diamètre; le plus petit des deux permet d'opérer une alimentation à peu près continue.

Les sablières sont constituées par un prolongement des couvre-roues du milieu; l'écoulement du sable est commandé par le dispositif à injection de vapeur.

La plate-forme du mécanicien est recouverte d'un plancher en bois. L'abri est fermé sur trois côtés et porte des lunettes à glaces mobiles sur la face avant.

Le tuyau d'échappement est annulaire, il est surmonté d'une couronne en bronze, percée de trous, qui forme le souffleur.

Le graissage des cylindres et des tiroirs est assuré par deux catégories de graisseurs : graisseurs Meyer aboutissant dans les boîtes à tiroir et grais-

seurs à condensation, à boule, du type Ouest, aboutissant dans les cylindres.

La robinetterie est du type à vis; toutefois quelques robinets, ceux du niveau d'eau et du souffleur, sont du type à boisseau avec garniture en amiante.

Cette machine, comme toutes les locomotives à voyageurs de la Compagnie de l'*Ouest*, est munie du frein automatique, à air comprimé, agissant sur les roues motrices et accouplées.

Deux machines de cette série, construites par la *Société alsacienne*, ne diffèrent des locomotives ordinaires du même type que par l'application qui leur a été faite du système compound à quatre cylindres et par l'élévation du timbre (14 kg. au lieu de 11 kg.).

La même Compagnie a commandé, en 1897, un lot important de locomotives plus puissantes, compound à quatre cylindres.

La Compagnie de l'*Ouest* possède encore un certain nombre d'anciennes machines à quatre roues accouplées, à cylindres extérieurs, appartenant à d'anciens types construits de 1844 à 1867 modifiés et munis de chaudières nouvelles, qui permettent de les utiliser dans d'excellentes conditions sur les lignes secondaires. Le poids de ces machines varie de 24 à 35 t. Le diamètre des cylindres est compris, suivant les types, entre 0,400 m. et 0,430 m. et la course entre 0,510 m. et 0,610 m. A l'effectif de la même Compagnie, on compte également des machines d'anciens types à cylindres intérieurs pesant 31 t. en ordre de marche.

Compagnie du Nord. — Les trains express de la Compagnie du *Nord* ont été remorqués, dans l'origine, par des machines Crampton, définitivement mises à la réforme depuis plusieurs années, puis par des locomotives à deux essieux accouplés et à cylindres intérieurs, copiées sur le type mis en service en 1868 sur le *Great Northern* par M. Sturrock. Les premières de ces machines (nos 2821-2832) furent construites en 1870 par la maison Kœchlin ; elles avaient un foyer profond descendant entre les deux essieux accouplés, espacés de 2,59 m., et un essieu porteur à l'avant placé sous les cylindres, dans l'axe de la cheminée ; l'empattement total était de 5,50 m. ; l'essieu avant avait un jeu de 0,01 m. de chaque côté, pour faciliter le passage en courbes. En 1874, ce type fut modifié par M. Beugnot qui le munit d'une chaudière à foyer Belpaire, passant au-dessus de l'essieu arrière et destiné à brûler du tout-venant (fig. 6). Dans les machines livrées depuis 1877 (2861-2911 ; 2201-2213), l'essieu porteur avant est remplacé par un bogie sans jeu latéral. En outre, la plupart des anciennes machines ont été transformées et ont reçu un bogie, les locomotives de la série 2834-2860 sont seules encore à trois essieux.

Le foyer, du type Belpaire, présente une longueur intérieure de 2,37 m. et une surface de grille de 2,31 m². La surface de chauffe est de 97,75 m². Le corps cylindrique, formé de trois viroles assemblées à recouvrement, pré-

sente un diamètre intérieur de 1,24 m. et renferme 200 tubes d'une longueur utile de 3,50 m. La boîte à fumée est circulaire et placée dans le prolongement du corps cylindrique ; elle est courte et de petit diamètre, ce qui contribue à donner à ces machines vues par l'avant un air un peu étriqué. Le dôme de prise de vapeur, portant les soupapes de sûreté, est monté sur la virole arrière ; il communique par un tuyau intérieur avec un régulateur du type Crampton placé dans une boîte spéciale à l'extrême avant, sur le corps cylindrique. Les tuyaux de vapeur sont extérieurs et contournent la chaudière. Celle-ci est timbrée à 10 kg. dans les anciens types et à 11 kg. dans les plus récents.

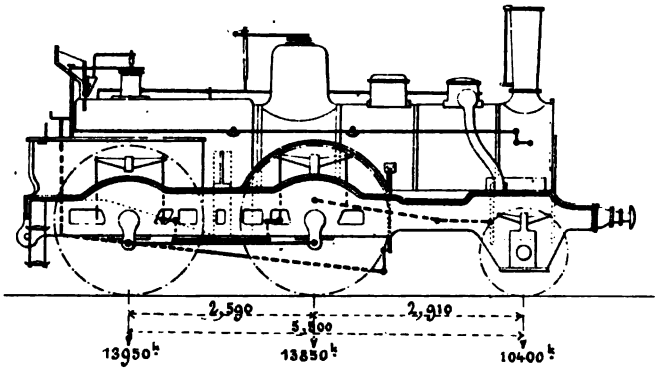


Fig. 6. — Locomotive à grande vitesse (type *Outrance* à trois essieux, série 2834-2860) du *Chemin de fer du Nord.*

Les cylindres sont placés à l'intérieur ; leur diamètre était primitivement de 0,432 m. avec une course de 0,610 m. On leur a donné depuis des diamètres de 0,450 m. à 0,460 m. Les tiroirs sont placés verticalement entre les cylindres et actionnés par des coulisses de Stephenson. L'accouplement est effectué à l'aide de manivelles calées sur les extrémités des essieux et de bielles à têtes rondes.

Le châssis est constitué par quatre longerons s'étendant suivant toute la longueur de la machine ; les longerons extérieurs chargent les essieux accouplés et les platines du bogie, les longerons intérieurs chargent l'essieu moteur dont les roues sont comprises chacune entre deux fusées d'inégale longueur. Les ressorts des roues accouplées sont conjugués par des équerres. Le bogie est à châssis extérieur sur lequel la machine porte au moyen d'une traverse centrale et deux platines latérales. Les dernières machines construites (en 1884-1880 ; série 2201-2212) ont été modifiées sous ce rapport en 1891 et ont reçu un bogie à déplacement latéral.

Les roues accouplées ont un diamètre de 2,11 m. au contact et celles du truck 1,04 m. L'empattement total est de 6,32 m. à 6,48 m., suivant les séries, la base fixe, formée par les deux essieux accouplés, est de 2,59 m.

Le poids de cette machine en charge est de 42,30 t. dont 27,9 t. sur les essieux accouplés, pour le type de 1878 et de 43,7 t. avec 29,7 t. d'adhérence pour le dernier modèle construit.

Le tender est à six roues et d'une contenance de 14 m³ environ.

Jusque vers 1886, ces locomotives étaient munies d'un simple écran à

lunettes; les machines construites dans la suite ont reçu un abri à colonnettes couvrant toute la plate-forme, d'ailleurs très courte. La sablière est sur le corps cylindrique ; le régulateur à tiroir horizontal est du type Crampton (abandonné pour la plupart des constructions neuves) avec manette recourbée, placée au-dessus du foyer et tringle extérieure. La porte de la boîte à fumée était à deux vantaux, mais les chaudières des derniers types construits ou destinées à servir de rechange aux anciennes machines ont maintenant la porte ronde à battant unique. Le tringlage et le tuyautage extérieurs de ces locomotives est assez compliqué et leur aspect moins satisfaisant que celui des nouvelles express compound à quatre cylindres de la même Compagnie.

Ces locomotives ont seules assuré, pendant une quinzaine d'années, le service des trains express de la Compagnie du *Nord*, mais l'augmentation du poids et de la vitesse de ces derniers les a peu à peu rendues insuffisantes. Ce n'est pas qu'elles manquent de surface de grille, loin de là, mais le foyer n'est pas assez profond et ne convient guère pour un tirage très énergique; les cylindres, en outre, sont de volume un peu faible. Aussi a-t-on cherché, depuis 1888, à améliorer ce genre de machine, pour arriver en 1891, après quelques tâtonnements, au type compound dont nous parlons plus loin.

La Compagnie du *Nord* construisit, en 1888, une machine à bogie (Mach. 2101) qui a figuré à l'Exposition de 1889 et diffère surtout des anciennes *Outrances* par ces deux points essentiels : foyer profond plongeant entre les essieux accouplés, position des longerons à l'intérieur, entre les roues. Elle était plus puissante que les machines antérieures (surface de chauffe 110,80 m². au lieu de 99,97 m². ; timbre 12 kg., au lieu de 10 kg. ; cylindres de 0,480 m. × 0,601 m. au lieu de 0,430 m. × 0,610 m.) et très légère pour sa puissance, poids en service 43,2 t. seulement, dont 16,3 t. sur le bogie.

Ce type, très réussi à différents points de vue, n'a pas été reproduit parce que l'on a dans la suite, comme conséquence des résultats obtenus avec la compound n° 701, donné la préférence aux machines à 4 cylindres commandant deux paires de roues différentes et dans lesquelles la division des efforts moteurs sur deux essieux et la diminution de fatigue qui en résultait pour toutes les pièces, surtout pour l'essieu coudé, semblait favorable à leur conservation.

La Compagnie du *Nord* avait en effet mis en service, en 1886, la première machine compound à quatre cylindres et à deux essieux moteurs qui ait, pensons-nous, été usitée. Cette machine ne différait d'autre part que par des détails du type ordinaire d'express employé jusque-là par la Compagnie, ce qui rendait l'expérience assez concluante et les résultats comparables. Cette machine fut construite dans les ateliers de la *Société alsa-*

cienne, à Belfort, d'après les plans de M. de Glehn; en vue de faciliter le démarrage, on disposa deux cylindres intérieurs à haute pression, commandant des manivelles calées à angle droit sur l'essieu milieu et deux cylindres de détente égaux, à l'intérieur des longerons, actionnant l'essieu arrière qui passait au-dessous du foyer. Il n'y avait pas de bielles d'accouplement.

Cette machine est restée le prototype du modèle actuellement employé par la Compagnie du *Nord* et qui en diffère surtout par la position, à l'extérieur des cylindres admetteurs les cylindres de détente se trouvant à l'intérieur, par l'écartement plus grand des essieux accouplés permettant entre

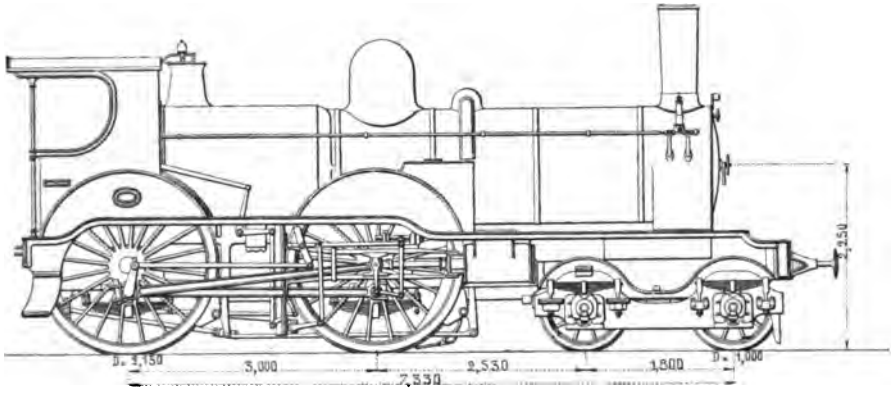


Fig. 7. — Locomotive compound à quatre cylindres, à grande vitesse (série 2121-2157) du *Chemin de fer du Nord*.

eux l'installation d'un foyer profond, par l'addition de bielles d'accouplement et d'un bogie à l'avant. En effet, dans leurs grandes lignes, en ce qui concerne la disposition générale du foyer, des roues, du bogie, les nouvelles compound offrent la plus grande analogie avec la machine 2101 de l'Exposition 1889.

Les deux premières machines de ce modèle (fig. 7) (Mach. 2121-2122), construites par la *Société alsacienne*, d'après les idées de MM. du Bousquet[1] et de Glehn, ont été mises en service en 1891. Elles ont donné des résultats très satisfaisants et ont été, depuis cette époque, reproduites à de nombreux exemplaires, même par d'autres Compagnies ; elles effectuent aujourd'hui le remorquage de tous les express importants de la Compagnie du *Nord*[2].

La chaudière est timbrée à 14 kg. ; le foyer, profond, renferme un bouilleur *Ten Brinck* pour les premières machines, une voûte en briques pour les

[1] Voir la note de M. l'Ingénieur en chef du Bousquet, *Revue générale des Chemins de fer*, numéro de juin 1894.

[2] Nous ne décrirons pas les dispositions spéciales dues à l'application du mode compound, telles que changement de marche, appareil de démarrage, etc., que l'on trouvera dans un chapitre spécial.

autres; la surface de chauffe directe est de 13,80 m². (avec Ten Brinck) ou de 11,00 m². sans le bouilleur. Le corps cylindrique est télescopique et la virole arrière, la seule dont le diamètre soit limité par les roues, est la plus petite. Le dôme, contenant le régulateur à col de cygne, est placé sur cette virole; la vapeur se rend aux petits cylindres extérieurs, par deux tuyaux contournant la chaudière et sortant de celle-ci un peu en avant du dôme. Les soupapes de sûreté, à charge directe, sont situées au-dessus du foyer, à l'arrière. Certaines machines ont des tubes lisses, d'autres ont été munies de tubes à ailettes.

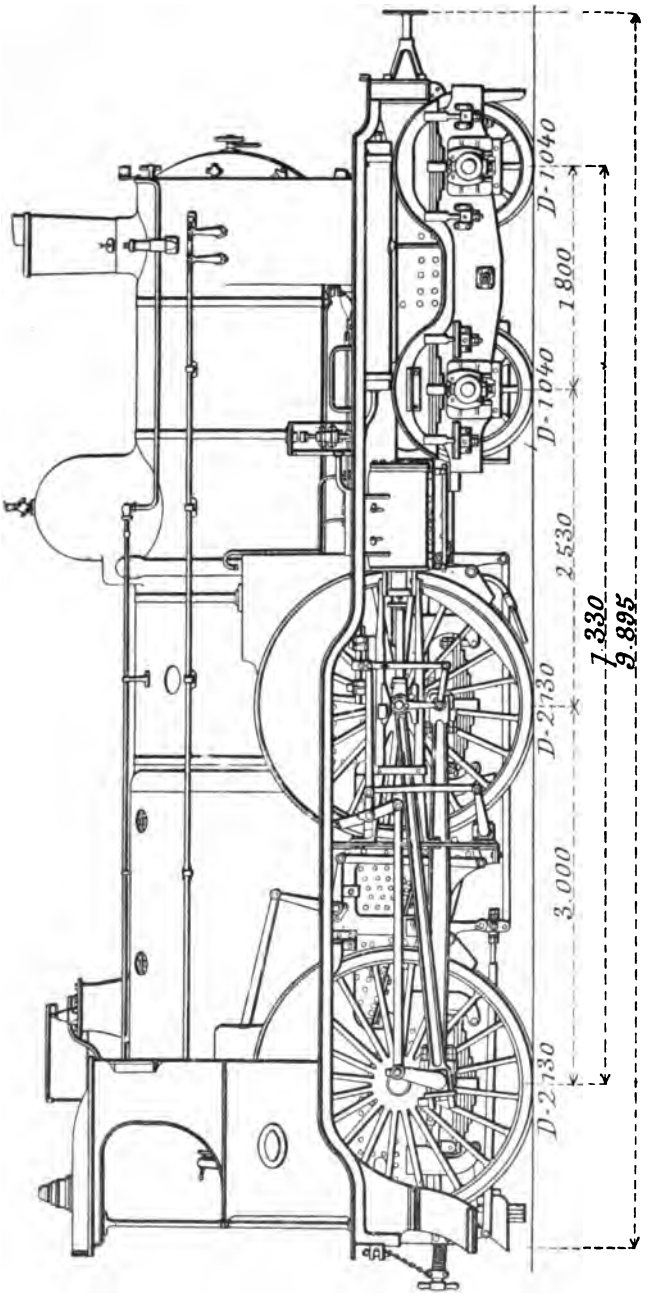


Fig. 8. — Nouvelle locomotive compound à grande vitesse (série 2158-2160) du *Chemin de fer du Nord*.

Les cylindres à haute pression sont placés à l'extérieur des longerons, les cylindres à basse pression à l'intérieur, sous la boîte à fumée; les boîtes à vapeur de ceux-ci sont extérieures de façon à faciliter la visite des tiroirs. La vapeur se rend du premier groupe dans le second en passant dans un réservoir intermédiaire commun situé directement sous la virole de boîte à fumée et fondu avec les grands cylindres qui sont d'une seule pièce.

Ceux-ci actionnent l'essieu qui vient à la suite de l'avant-train et les

cylindres extérieurs de haute pression agissent sur celui d'arrière. Les efforts maxima sur les manivelles motrices sont ainsi beaucoup diminués. Ils ne sont plus que de 12,710 kg. pour les cylindres à haute pression et 13,235 kg. pour ceux à basse pression. On revient ainsi aux efforts qui se produisaient sur les machines *Outrances* primitives, plus faibles cependant. Les roues de l'essieu moteur d'avant ont été munies de la sablière à vapeur, système Gresham.

Pour les trains dont la vitesse de marche est considérable, il est d'une extrême importance d'éviter les pertes de temps au démarrage. Dans ce but, les manivelles motrices des cylindres à haute et à basse pression d'un même côté, au lieu d'être calées rigoureusement à 180°, position la plus avantageuse au point de vue de l'équilibre des pièces en mouvement, font entre elles un angle de 162°, tel que l'admission de la vapeur dans l'un ou l'autre cylindre est toujours assurée.

La simple admission de la vapeur de la chaudière au réservoir intermédiaire ne suffirait cependant pas pour produire le démarrage en avant dans toutes les positions, cette vapeur créant une contre-pression importante derrière les petits pistons. Pour l'éviter, on s'est donné la possibilité d'envoyer directement dans la tuyère d'échappement la vapeur sortant des petits cylindres.

Cet échappement direct est obtenu, à la volonté du mécanicien, par la manœuvre de deux appareils, faisant fonction de robinet à trois voies, montés sur les tubulures des cylindres de basse pression aboutissant au réservoir intermédiaire et, en outre, fixés aux longerons.

Les deux mécanismes sont du système Walschaërt et peuvent être liés ou rendus indépendants à l'aide d'une disposition ingénieuse décrite ailleurs. Le relevage s'opère par une manœuvre à vis. Tous les organes du mouvement sont d'une grande légèreté.

Le châssis est constitué par des longerons simples en fer de 28 mm. d'épaisseur, solidement entretoisés, entre l'essieu moteur d'avant et le second essieu du bogie, par une sorte de cage en acier moulé de 0,680 m. de longueur. Cette pièce sert de support, à sa partie antérieure, aux coulisses de distribution du mouvement intérieur. A la hauteur des boîtes, les longerons sont renforcés par des cornières en acier épousant la forme de l'évidement. L'avant-train articulé est disposé comme ceux des autres locomotives à grande vitesse de la Compagnie du Nord; ses longerons sont extérieurs aux roues. L'essieu moteur coudé est du type Worsdell, à manivelles circulaires; cette disposition permet d'augmenter la section des bras de manivelles tout en réduisant leur épaisseur, et simplifie le travail du finissage de l'essieu.

La plate-forme du mécanicien porte un abri dont la toiture est munie d'une lampe pour l'éclairage général et intense des appareils de la boîte à feu.

Le tender est porté par trois essieux ; sa contenance est de 14 m³. d'eau, et de 4 t. de combustible. Il est muni d'un frein à six sabots. L'attelage entre locomotive et tender est constitué par une barre rigide et deux tampons dont les tiges portent sur des ressorts coniques.

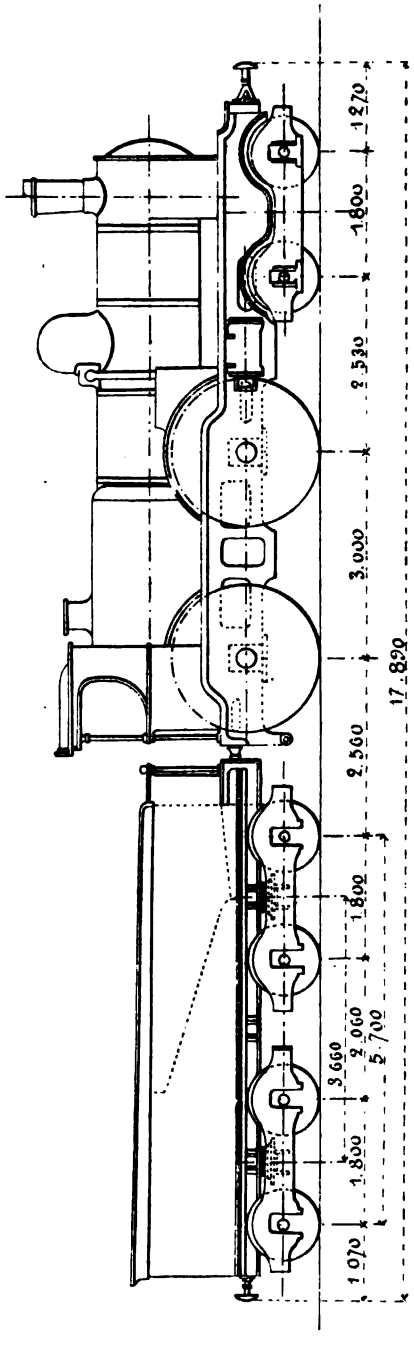


Fig. 9. — Nouvelle locomotive compound à grande vitesse (série 2158-2160) du *Chemin de fer du Nord*. Schéma d'ensemble de la machine et du tender.

Ces locomotives remorquent facilement les trains de 150 t. nettes à la vitesse de 85 km. ou de 200 t. nettes à la vitesse moyenne de 75 km. sur des lignes comportant des rampes maxima de 6 mm.

Bien que ces machines (formant la série 2121-2157) donnent toute satisfaction, la Compagnie du *Nord* a commandé en 1895, à la *Société alsacienne*, à titre d'essai, trois locomotives compound du même type mais plus puissantes (2158-2160) (fig. 8, 9 et 10) à peu près semblables à celles que M. Glehn avait étudiées pour la Compagnie du *Midi*. En surélevant l'axe de la chaudière, porté à 2,45 m., on a pu placer l'extrémité arrière du cadre du foyer au-dessus du dernier essieu accouplé, ce qui a permis de porter la longueur extérieure de la boîte à feu à 2,50 m. La stabilité est néanmoins parfaite, car il n'y a pour ainsi dire pas de porte-à-faux à l'arrière. Dans ses grandes lignes, la chaudière est semblable à celle de la série précédente, mais plus puissante ; elle est timbrée à 15 kg. au lieu de 14 kg. La surface de grille est de 2,35 m². et la surface de chauffe totale de 179 m². Les tubes, du type à ailettes, sont au nombre de 107 et ont 70 mm. de diamètre extérieur. Pour loger un aussi grand nombre de tubes de cette grosseur, on a porté le diamètre minimum du corps cylindrique à 1,35 m. extérieurement ; les viroles sont télescopées sur l'avant, le diamètre extérieur de la tonne est de 1,41 m. à l'avant.

Les deux cylindres à haute pression, extérieurs, ont un diamètre de 0,340 m. et les deux cylindres à basse pression, intérieurs, un diamètre de

Fig. 10. — Nouvelle locomotive compound à grande vitesse (série 2158-2160) du *Chemin de fer du Nord.*

0,530 m. La course commune est de 0,640 m. La disposition du mécanisme est identique à celle des machines 2121-2157.

Les roues motrices ont un diamètre au roulement de 2,13 m. et celles du bogie de 1,04 m. L'empattement est de 7,33 m. et la longueur totale de la machine de 9,89 m.

Le poids à vide atteint 46,10 t., en charge il s'élève à 50,85 t., dont 31,35 t. sur les deux essieux accouplés ; le bogie porte donc 19,50 t.

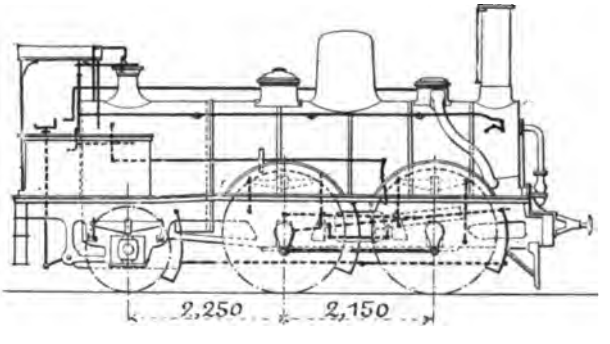


Fig. 11. — Locomotive mixte (série 2551 à 2631) du *Chemin de fer du Nord.*

Cette locomotive est accompagnée par un tender à deux bogies permettant de parcourir 300 km. sans prendre d'eau.

Ces magnifiques machines ont donné en service les meilleurs résultats et font le plus grand honneur à ses constructeurs et à la Compagnie, qui en a commandé un nouveau lot très important en 1897.

La Compagnie du *Nord* possède aussi, outre quelques machines Engerth

modifiées (2413-2436), un grand nombre de locomotives à quatre roues accouplées sur l'avant (fig. 11) appartenant à un type étudié et mis en service en 1867 (Mach. 2451-2631) et qui résultait du développement et de la transformation d'un modèle construit en 1851 par la maison Gouin pour la Compagnie de *Lyon*, et reproduit ensuite pour les Compagnies de l'*Est* et de l'*Ouest*. Ces machines ont, à une certaine époque, été chargées du service confié plus tard aux *Outrances;* aujourd'hui elles ne sont employées que pour la traction de trains de voyageurs directs ou omnibus et de trains accélérés de marchandises. On en a, depuis l'origine jusqu'en 1882, construit plusieurs séries, comportant des modifications de détail seulement.

La chaudière, timbrée à 30 kg., est du type Crampton même dans les plus récents spécimens (1882), ce qui est une exception dans le matériel du *Nord*. Le corps cylindrique, formé de trois viroles, porte en son milieu un dôme qui se trouve en communication par un tuyau en col de cygne avec un régulateur à tiroir horizontal, placé au-dessus du corps cylindrique près de la cheminée, à tringle de manœuvre et tuyaux extérieurs. La surface de grille varie suivant les séries, de 1,52 m². à 1,60 m². et la surface de chauffe de 82,37 m² à 95,36 m².

Les cylindres, intérieurs et inclinés, ont un diamètre de 0,420 m. et une course de 0,560 m. Les tiroirs sont disposés sous les cylindres et obliquement par rapport à l'axe vertical. Bielles motrices à fourche, bielles d'accouplement à têtes rondes. Coulisses Stephenson avec relevage par dessus.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,80 m. Le châssis est intérieur; mais on a ajouté à l'arrière, de chaque côté, un longeronnet extérieur portant les glissières des boîtes à huile de l'essieu porteur, qui passe sous le foyer. Les ressorts sont placés au-dessus des boîtes ; ceux des essieux accouplés sont conjugués entre eux, de chaque côté, par un balancier longitudinal sur certaines machines, par des équerres articulées sur d'autres.

Le poids total en charge est de 32,40 t. dont 23 t. de poids adhérent. Ce n'est pas, on le voit, une machine puissante, mais elle fait un bon service avec les trains de poids modéré. Les machines munies de chaudières de rechange timbrées à 10 kg. pèsent 34,10 t. dont 24 t. de disponibles pour l'adhérence.

Compagnie de l'Est. — Cette administration a fait jusqu'en 1878 le service de ses trains express exclusivement avec des machines Crampton. A l'époque indiquée, elle construisit un premier lot de 10 machines express (Mach. 501 à 510) (fig. 12) à quatre roues accouplées, d'un type d'ailleurs adopté à la même époque avec quelques modifications par la Compagnie du *Midi* et depuis plusieurs années par le *Grand Central belge*. Dans ces machines, on donna aux roues le même diamètre (2,30 m.) qu'à celles des Crampton commandées en 1854-56, et on conserva certains caractères de ce type de locomotive, tels que

les longerons doubles embrassant les cylindres placés au milieu. En somme, ces locomotives, qui sont restées le prototype du modèle à grande vitesse, successivement modifié et renforcé, de la Compagnie de l'*Est*, peuvent être considérées comme dérivées de la locomotive Crampton dont elles ne diffèrent guère, outre l'augmentation de puissance et de poids, que par l'accouplement de l'essieu milieu, ce qui toutefois a conduit à relever l'axe de la chaudière et à

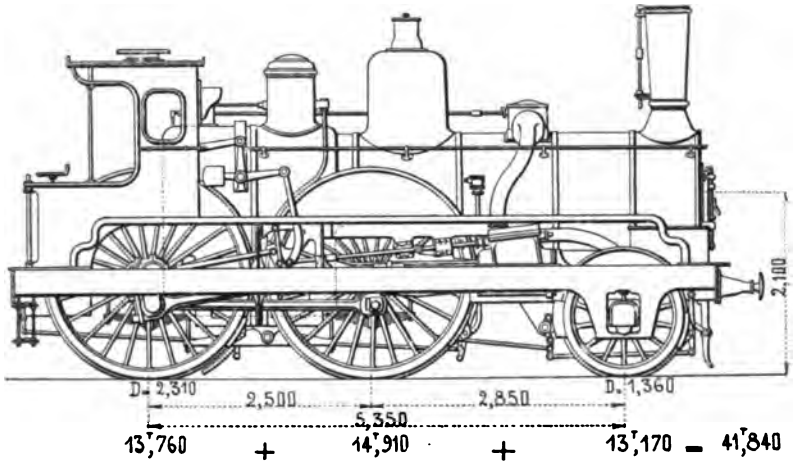


Fig. 12. — Locomotive à grande vitesse (série 501-510, type de 1878) des *Chemins de fer de l'Est*. Type primitif avec foyer profond.

abandonner un des principaux caractères du type primitif. Le foyer, du type Belpaire, plonge entre les deux essieux accouplés, espacés de 2,50 m. Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 1,73 m.² et de 100 m²; le timbre est de 10 kg., les cylindres ont 0,440 m. de diamètre et 0,640 m. de course. Le poids de la machine en charge est de 41,8 t. dont 28,67 t. sur les essieux accouplés.

Quelques-unes de ces machines ont reçu une chaudière de rechange à 2 corps, du système Flaman, timbrée à 12 kg. et qui a permis de porter la surface de chauffe à 144, 30 m² : la surface de grille n'a été que très peu augmentée. Le poids de la machine ainsi transformée est de 47,2 t. dont 32,15 t. sur les essieux accouplés.

En 1882, la Compagnie de l'*Est* commanda de nouvelles machines de ce type timbrées aussi à 10 kg. (Mach. 511 à 542) dans lesquelles, l'écartement des essieux extrêmes restant le même, on réduisit à 2,10 m. le diamètre des roues accouplées; Le foyer Belpaire profond du type précédent fut remplacé par un foyer plus long, à cadre incliné et passant au-dessus de l'essieu arrière. On a pu, grâce à la réduction de diamètre des roues, obtenir ce résultat sans surélever l'axe de la chaudière qui est, comme dans le type antérieur, à 2,10 m. du rail.

La surface de grille est portée à 2,39 m.², mais la surface de chauffe totale n'est plus que de 93,61 m², le nombre des tubes ayant été réduit de 178 à 166. Les premières machines de cette série ont les mêmes cylindres que ceux des locomotives à roues de 2,30 m. ; la course et le diamètre ont été réduits dans les plus récentes à 0,430 m. et 0,610 m. respectivement.

Le mouvement est semblable à celui des locomotives 501-510, mais la commande du changement de marche a été modifiée et améliorée.

Le poids total en charge est de 42,12 t. dont 29 t. disponibles pour l'adhérence.

Enfin, en 1884-85, la Compagnie a construit, dans ses ateliers, de nouvelles locomotives de ce type (Mach. 543-562) (fig. 13), qui ne diffèrent guère des précédentes que par l'allongement du corps cylindrique relevé en outre de 0,06 m. ; la longueur des tubes entre plaques se trouvant portée à 4,10 m. et leur nombre à 178, la surface de chauffe totale est de 115,46 m². Telle que, cette locomotive ne pèse pas plus de 42,70 t.

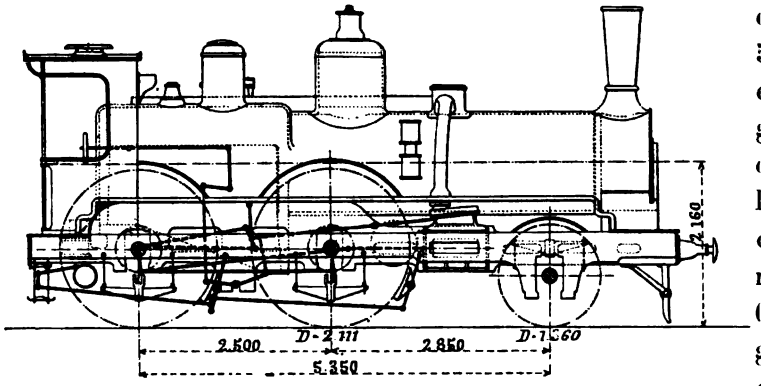


Fig. 13. — Locomotive à grande vitesse (série 543-562) des *Chemins de fer de l'Est.*

Comme dans le type antérieur, la Compagnie a adopté pour certains organes, particulièrement pour le diamètre et la longueur des fusées, les mêmes rapports que dans les machines Crampton qu'elle considérait comme très bien proportionnées à cet égard.

Toutes ces machines ont un dôme de prise de vapeur situé sur la virole arrière du corps cylindrique, surmonté des soupapes à charge directe et communiquant, par un col de cygne intérieur, avec un régulateur à tringle de manœuvre et tuyaux extérieurs, situé dans une boîte spéciale placée par le travers des cylindres ; une boîte à fumée formée par le prolongement du corps cylindrique et comportant une porte à deux vantaux ; une cheminée tronconique, sans chapiteau ni écran ; un mécanisme entièrement extérieur, disposé comme dans les Crampton. La sablière est placée sur la boîte à feu pour commander les roues motrices. La plate-forme est recouverte par un abri assez complet, avec joues latérales et colonnettes. Les ressorts des roues accouplées sont situés au-dessous des boîtes à huile et sont accouplés de

chaque côté par un balancier latéral, dans les deux premières séries de ces machines; les ressorts des roues porteuses sont placés au-dessus des boîtes.

Ces machines ont toujours fait un excellent service; mais, vers 1889, elles ont commencé à se trouver un peu faibles pour le service des express de la Compagnie de l'*Est* dont le poids et la vitesse ont subi, comme ceux de la plupart des autres Compagnies, un accroissement très notable dans la période des cinq ou six dernières années. Pour satisfaire aux exigences de ce nou-

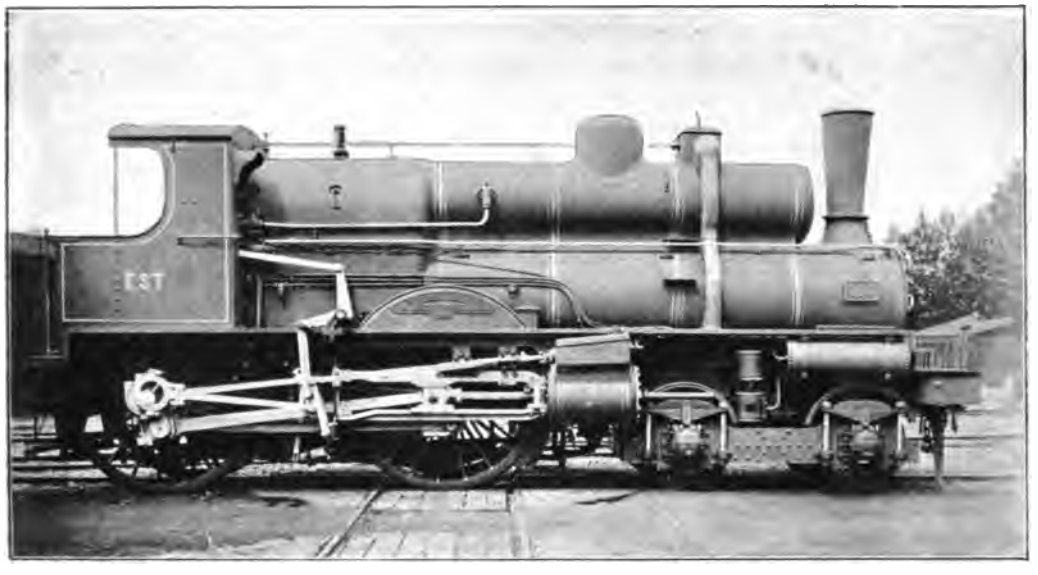


Fig. 14. — Locomotive à grande vitesse (type 800) des *Chemins de fer de l'Est.*

veau service, on étudia un nouveau type beaucoup plus puissant (Mach. 801 à 812) reproduit avec quelques modifications de détail en 1892 (Mach. 813 à 824) et en 1894 (Mach. 825 à 840) (fig. 14 et 15).

Dans son ensemble, le type est resté le même, mais l'entraxe des essieux accouplés a été porté à 3,00 m.; l'essieu avant a été remplacé par un bogie et on a supprimé les longerons extérieurs. La chaudière, du nouveau type à deux corps, dont le foyer, profond, est encadré par les essieux accouplés, présente une surface de grille de 2,42 m² et une surface de chauffe de 168,30 m² grâce à l'augmentation du nombre des tubes (au nombre de 304) et de leur longueur (4,30 m.). Le diamètre des cylindres a été porté à 0,470 m. et leur course à 0,660 m. Le timbre est de 12 kg. Le poids total en charge est de 56,80 t. dont 33,38 t. disponibles pour l'adhérence et le plus élevé que l'on ait jusqu'ici, fait porter en France sur deux essieux. Le bogie porte 23,40 t.

Les machines à trois essieux sont accompagnées de tenders à deux essieux d'une capacité de 10 à 13 m, ces derniers pesant 28,60 t. en service avec une charge de près de 15 t. sur la paire de roues arrière. Pour ne pas dépasser

cette charge, tout en accroissant la capacité des caisses, on a construit, pour les machines à bogie, des tenders à trois essieux d'une contenance de 20 m³ pesant 42,80 t. en charge avec 5 t. de combustible.

Les nouvelles locomotives à bogie sont très puissantes, les plus fortes, croyons-nous, qui soient en ce moment en service, en Europe, avec les nouvelles compound de l'*Ouest*, du *Midi* et du *Nord* (nous mettons de côté les machines anglaises qui brûlent des combustibles de choix, en gros morceaux et ne leur sont pas comparables sous le rapport des dimensions de leur chaudière). Elles remorquent facilement des trains d'un poids net de 180 à 200 tonnes sur des lignes présentant des sections en rampe de 5 à 6 mm., à la

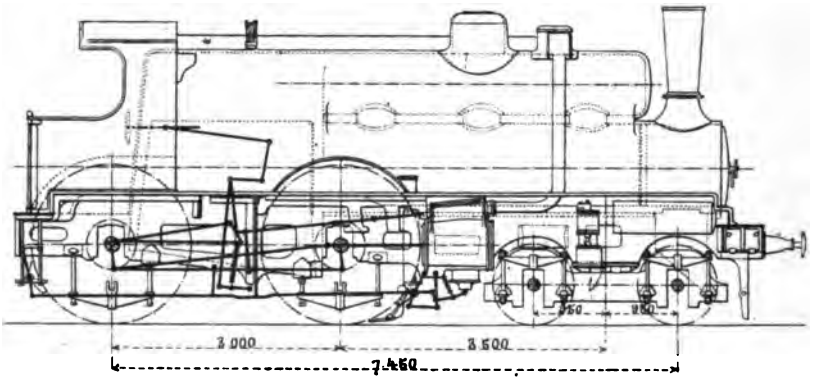


Fig. 15. — Locomotive à grande vitesse (type 800 ; série 813-840) des *Chemins de fer de l'Est*.

vitesse de marche de 80 à 90 km., avec une consommation de charbon qui ne dépasse pas 10 kg. par kilomètre.

La Compagnie de l'*Est* possède un grand nombre de locomotives à quatre roues accouplées d'anciens types, à cylindres extérieurs, possédant des roues motrices de 1,680 m. de diamètre, qui avaient originairement le foyer en porte à faux et dont un certain nombre a été transformé et amélioré par l'addition d'un quatrième essieu porteur, passant derrière ou sous la partie postérieure du foyer. Les machines (nos 189 à 222, 243 à 258), ainsi modifiées, ont une surface de grille de 1,50 m², une surface de chauffe totale de 92 m² et un empattement de 5,25 m. Le timbre est de 9 kg. Les cylindres ont 0,420 m. de diamètre avec une course de 0,560 m. Le poids en ordre de marche est de40,40 t., dont 22,30, t. sur les essieux accouplés. L'essieu ajouté à l'arrière ne porte que 6,60 t. On a pu ainsi tirer un très bon parti de machines déjà anciennes, dont les chaudières primitives, timbrées seulement à 8 kg., n'avaient que 1,15 m. de surface de grille. Pareille transformation a été réalisée pour quelques machines de la série 362 à 420.

Enfin, la même Compagnie possède plusieurs catégories de machines

mixtes à roues accouplées sur l'avant et à cylindres intérieurs d'un type analogue à celui de la Compagnie du *Nord*. Les premières, à roues de 1,70 m., ont été construites en 1852, puis transformées à partir de 1882. Les plus récemment modifiées de ces locomotives ont 1,63 m² de surface de grille et pèsent 32,60 t. en charge. Elles sont timbrées à 10 kg. et ont des cylindres de 0,420 m. × 0,560 m. La seconde série, construite peu après, a des roues accouplées de 1,81 m. ; les cylindres sont les mêmes que dans le type antérieur. Ces machines ont été reconstruites à partir de 1884 ; dans les plus récemment transformées, on a augmenté, comme d'ailleurs on l'avait fait dans le lot précédent, l'entraxe de l'essieu moteur et de l'essieu arrière, de manière à allonger le foyer. La surface de grille est de 1,63 m² et le timbre de 10 kg. Poids en charge, 32,70 t.

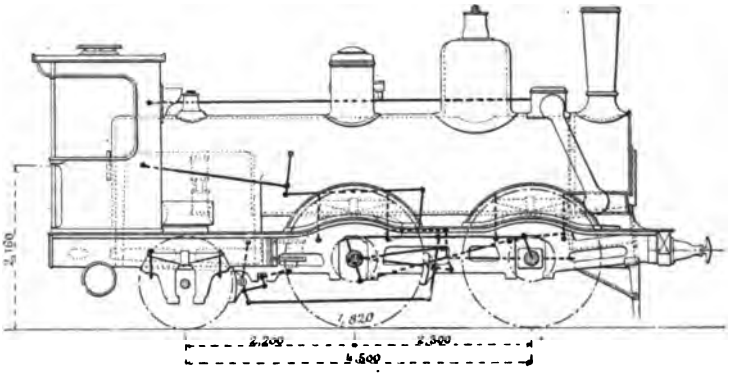


Fig. 16. — Locomotive mixte (série 441-485) des *Chemins de fer de l'Est*.

En 1885, la Compagnie a fait construire de nouvelles machines de ce type (Mach. 441 à 485) (fig. 16) qui ont une surface de grille de 1,70 m² et une surface de chauffe de 103,22 m², timbre de 10 kg. Les cylindres ont 0,430 m. × 0,610 m. ; le diamètre des roues accouplées est de 1,82 m. Empattement total 4,50 m. ; poids en charge, 37,20 t. ; poids adhérent, 26,75 t.

Cette machine, on le voit, est absolument comparable à la locomotive mixte du *Nord* appartenant au même type ; elle est cependant notablement plus puissante, sa surface de grille étant plus grande et le poids adhérent supérieur de près de 4 t.

Compagnie de P.-L.-M. — Cette Compagnie, qui possédait divers types de machines mixtes à roues de 1,60 m. à 1,80 m., fit construire, en 1868, ses premières machines express à quatre roues accouplées de 2 m. de diamètre (série 1-50). C'étaient des locomotives à trois essieux placés sous le corps cylindrique et longerons intérieurs, présentant une grande analogie avec les machines étudiées par la Compagnie d'Orléans en 1864. Elles appartenaient au type resté longtemps en faveur auprès de ces deux Compagnies, comportant une chaudière basse, à tubes très longs, des cylindres, tiroirs et mécanisme de distribution extérieurs. L'accélération des trains entraîna, en 1874,

l'addition d'un quatrième essieu placé derrière le foyer ayant pour but d'améliorer la stabilité.

La surface de chauffe était de 125 m² environ et la surface de grille de 1,33 m² seulement ; les tubes avaient 4,96 m. de longueur entre plaques. Les cylindres, assez volumineux pour l'époque, mesuraient 0,440 m. × 0,650 m. Le poids total en service était de 39,3 t., dont 21,6 t. de poids adhérent. Timbre 9,5 t.

En 1876, la Compagnie de *Lyon* construisit dans ses ateliers de nouvelles machines (série 51-110), dont un spécimen figurait à l'Exposition de 1878, et résultant d'une transformation du type précédent dont elles différaient surtout par un accroissement du diamètre des roues : 2,10 m. au lieu de 2,00 m. un agrandissement du foyer qui était cette fois du type Belpaire et dont la surface de grille se trouvait portée à 2,14 m², les tubes n'avaient plus que 4,62 m. de longueur ; leur nombre n'était pas modifié, mais le diamètre du corps cylindrique se trouvait légèrement réduit. La surface de chauffe totale était sensiblement la même que dans le type précédent, mais la surface directe était passée de 7,46 m² à 9,00 m². Les cylindres étaient agrandis et se trouvaient les plus volumineux qui aient encore été appliqués en France, tout au moins à une locomotive express : 0,500 m. × 0,650 m. Le poids total se trouvait porté à 47,53 t., dont 27,60 t. sur les essieux accouplés ; cette machine était beaucoup plus puissante que la précédente, surtout sous le rapport de la surface de grille. La disposition générale était la même, toutefois le foyer passant cette fois au-dessus de l'essieu arrière, le dôme, d'ailleurs très volumineux, qui se trouvait à l'avant dans les anciennes machines, fut reporté au milieu du corps cylindrique pour décharger un peu l'essieu antérieur qui ne portait plus que 11,60 t. au lieu de 12,10 t.

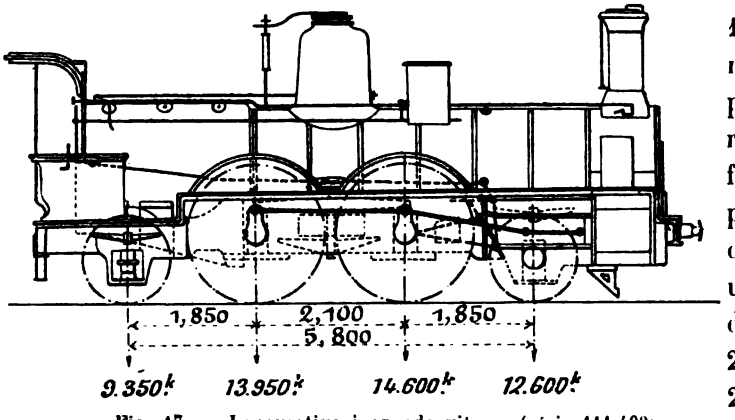


Fig. 17. — Locomotive à grande vitesse (série 111-400) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

C'est en 1879 que la Compagnie de *P.-L.-M.* fit construire ses puissantes machines 111 à 400 dont la dernière série a été mise en service en 1882 (fig. 17). Ces locomotives qui, pendant une douzaine d'années, ont été chargées presque exclusivement du service des trains de voyageurs et des rapides sur les grandes lignes du réseau, présentent encore, dans leur ensemble,

les mêmes dispositions que celles de la série précédente, mais elles sont notablement plus puissantes. Les deux essieux accouplés sont placés sous le corps cylindrique, à une distance de 2,10 m. d'axe en axe ; l'essieu porteur avant se trouve entre les cylindres et les roues motrices ; l'essieu arrière passe sous le foyer. L'empattement total est de 5,80 m., soit 0,10 m. de moins que dans les machines de la série 51-110. Le poids en charge est de 50,83 t., dont 28,55 t. sur les essieux accouplés.

La chaudière est à foyer Belpaire présentant une longueur extérieure de 2,40 m. et une surface de grille de 2,24 m². Le foyer est un peu plus profond que dans le type antérieur, le corps cylindrique ayant été relevé de 0,160 m. ; hauteur de l'axe au-dessus du rail 2,10 m. La tonne est composée de deux grandes viroles réunies entre elles par une petite virole située au milieu et, à la boîte à feu, par une autre petite virole de mêmes dimensions. Le diamètre extérieur est de 1,29 m. La boîte à fumée est dans le prolongement du corps cylindrique. Les tubes, au nombre de 185, ont 4,94 m. entre plaques. La surface de chauffe totale est de 142,7 m², dont 10,50 m². de surface directe. Le timbre est, comme plus haut, de 11 kg.

Les cylindres ont 0,500 × 0,620 m. ; ils sont extérieurs et horizontaux, mais les boîtes à tiroir sont reportées entre les longerons. Les coulisses, qui étaient du système Gooch, avec relevage en dessous, dans le type de 1876, sont rectilignes avec relevage par dessus. Le changement de marche est à contrepoids de vapeur.

Les longerons sont intérieurs, mais on a ajouté à l'arrière un longeronnet extérieur pour l'essieu porteur qui passe sous le foyer.

Les essieux moteurs sont chargés, de chaque côté, par un ressort unique, renversé, agissant sur un balancier..

Les essieux extrêmes possédaient, à l'origine, un jeu latéral de 0,010 m. de chaque côté. Nous croyons savoir que l'on a, dans la suite, supprimé le jeu de l'essieu arrière pour améliorer la stabilité.

L'abri est formé par un écran avec lunettes dont la partie supérieure formant toiture vers l'arrière est supportée par des colonnettes.

Le tender a une capacité de 16,100 litres ; il peut recevoir 4 à 5 t. de combustible.

La Compagnie poursuit, depuis 1893, la transformation de ces locomotives en machines à bogie sous la forme représentée figure 18. La nouvelle locomotive a une chaudière beaucoup plus courte ; son foyer et ses cylindres sont plus rapprochés du centre de gravité ; au contraire, sa base d'appui sur les rails est beaucoup plus longue : toutes circonstances qui concourent à augmenter la stabilité de marche et à diminuer les réactions latérales sur la voie [1].

[1] Voir la note de M. l'Ingénieur en chef Ch. Baudry dans la *Revue générale des Chemins de fer*, numéro de janvier 1894.

Le principe de la transformation est tout entier dans le raccourcissement de la chaudière, qui a pu être opéré sans diminuer la puissance de la machine et sans nuire à l'économie de combustible grâce à la substitution de tubes à ailettes aux tubes lisses. Les anciens tubes avaient 50 mm. de diamètre extérieur et 4,945 m. de longueur utile. Les nouveaux ont 65 mm. de diamètre et 3,350 m. de longueur. Dans les premières machines transformées, les tubes avaient 2,950 m. de longueur seulement; mais on a préféré, dans la suite, accroître un peu leur longueur pour augmenter le volume d'eau de la chaudière et allonger les bielles motrices, au grand profit de l'allure de la machine.

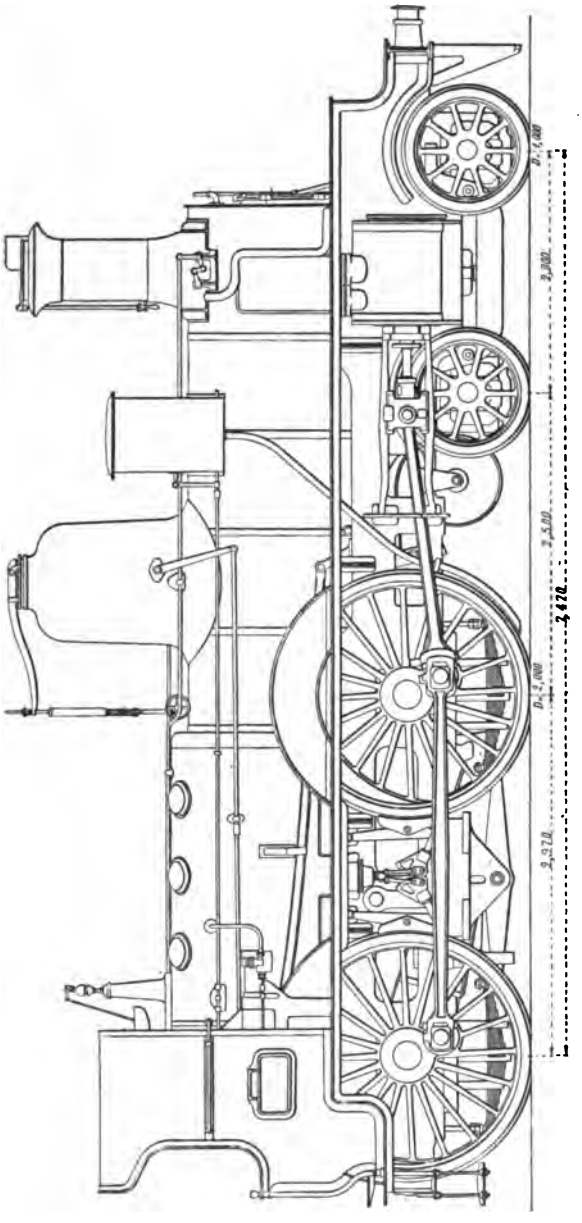


Fig. 18. — Locomotive à grande vitesse (transformation, série B. 111-100) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

La seule modification apportée au mécanisme consiste dans l'allongement des bielles motrices et d'accouplement et des tiges de tiroir, conséquence de l'augmentation de la distance des cylindres à l'essieu moteur.

L'entraxe des deux essieux accouplés a été porté à 2,97 m., de manière que le foyer puisse trouver place entre eux. Les longerons ont été changés et le bogie est d'un type nouveau.

Enfin, on a profité de la transformation de ces locomotives pour changer la disposition de leurs réservoirs à air comprimé, placés au-dessus du foyer, dans les anciennes machines, et qui se trouvent maintenant situés transversalement, entre l'essieu arrière du bogie et l'essieu moteur.

Les nouvelles machines de ce type pèsent 49,68 t. en charge, soit environ 1 t. de moins qu'avant transformation, mais leur poids adhérent est de 30,54 t. au lieu de 28,55 t. Le volume des cylindres est largement suffisant pour permettre d'utiliser cet excès de poids adhérent, bien que le timbre soit resté le même (11 kg.).

Bref, cette transformation a été des plus heureuses et a permis d'obtenir à peu de frais des locomotives puissantes, légères et bien assises sur la voie.

Ces machines transformées, concurremment avec les locomotives compound C-21-60, font le service des trains rapides dont la charge est de 210 t. environ.

La Compagnie de *P.-L.-M.* a commencé dès 1888 les études qui l'ont amenée au type des machines express C-21-60, remarquables à bien des points de vue et accomplissant, avec la plus grande régularité, un service difficile et chargé [1]. Elle a mis en service, au commencement de 1889, un type à grande vitesse qui a servi de prototype aux machines actuelles et présentant les caractères suivants, d'ailleurs communs avec les machines compound à marchandises et à fortes rampes du même réseau, à savoir :

Elévation du timbre de la chaudière jusqu'à 15 kg. et emploi de tôles d'acier ;

Admission de la vapeur vive dans deux cylindres intérieurs dont les pistons commandent l'un des deux essieux du milieu;

Détente de la vapeur dans deux cylindres extérieurs actionnant l'autre essieu du milieu ;

Accouplement de ces deux essieux;

Changement de marche par un mécanisme unique, à contrepoids de vapeur, commandant à la fois les quatre distributions et établissant entre elles pour chaque cran de détente un rapport indépendant de la volonté du mécanicien et rationnellement déterminé auparavant;

Admission facultative de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire entre les petits et les grands cylindres, mais pour le démarrage seulement.

La vapeur se rend des petits cylindres aux cylindres de détente par des tuyaux qui traversent la partie supérieure de la boîte à fumée et dans lesquels elle se réchauffe légèrement; ces tuyaux forment un réservoir intermédiaire, commun aux deux côtés, dont la capacité est 3 fois 1/2 celle du volume engendré par un des petits pistons pendant une course.

Chacun de ces trois types correspond à un ancien modèle non compound, dont il diffère surtout par le timbre plus élevé de la chaudière et par la disposition d'ensemble des cylindres.

Le type à grande vitesse est représenté par les locomotives C-1-2 à quatre

[1] Voir les notes de M. l'Ingénieur en chef Ch. Baudry : *Revue générale des Chemins de fer* (avril 1893 et novembre 1894).

roues accouplées de 2 m. de diamètre et 4 roues porteuses de 1,30 m., dont deux à l'arrière. Les cylindres de détente ont le même diamètre et la même course que ceux des anciennes machines non compound : 0,500 m. et 0,620 m. ; les cylindres d'admission ont la même course avec un diamètre de 0,310 m.

Le mécanisme de distribution est du type Walschaërt ; toutefois, sur une des machines express, l'excentrique a été supprimé pour les cylindres intérieurs et la coulisse est commandée par un parallèlogramme oscillant avec la bielle motrice. Les tiroirs sont du système Trick à canal. Pour éviter que la pression dans les petits cylindres, à la fin de la période de compression, ne dépasse la pression à la chaudière, on a augmenté les espaces morts dans la proportion nécessaire.

Les cylindres de détente sont munis chacun d'une soupape de rentrée d'air pour qu'ils n'aspirent pas les escarbilles de la boîte à fumée pendant la marche à régulateur fermé.

Pour assurer le démarrage, on a disposé un robinet spécial de prise de vapeur qui permet au mécanicien d'admettre de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire. Une soupape de sûreté, montée sur ce réservoir, empêche que la pression puisse y dépasser 6 kg. Le démarrage est, en outre, facilité par la présence des bielles d'accouplement dont on a jugé l'emploi indispensable pour conserver l'invariabilité de la position angulaire relative des deux groupes de manivelles, ce qui permet de régulariser les moments moteurs au démarrage ou en marche et de diminuer les perturbations dues aux forces d'inertie.

Une des particularités principales de cette machine consiste dans la disposition spéciale de l'appareil de changement de marche adopté et décrit dans un autre chapitre.

Cette locomotive n'était qu'un type d'essai destiné par la Compagnie à se fixer sur la valeur du mode compound en général et des dispositions particulières adoptées. Les résultats obtenus en service ont été assez satisfaisants pour justifier le développement du système, en introduisant les modifications suggérées par la pratique soit dans la disposition générale des machines, soit dans l'arrangement des détails.

Dans le courant de 1892, la Compagnie *P.-L.-M.* a mis en service trois locomotives compound (Mach. C. 11-12 et C. 3), appartenant à deux nouveaux types qui se distinguent du type créé en 1888, et qui figurait à l'Exposition de 1889, par une grande puissance unie à une plus grande légèreté. On est surtout arrivé à ce résultat par l'emploi de tubes à fumée du système Serve. Ces machines ont, comme les précédentes, des chaudières en acier timbrées à 15 kg., mais l'emploi de l'acier y a été poussé plus loin et étendu aux foyers qui, en 1889, étaient encore en cuivre.

Les cylindres sont encore au nombre de quatre, seulement les cylindres d'admission sont à l'extérieur et ce sont les cylindres de détente qui se trouvent entre les longerons. Les pistons de ces deux paires de cylindres actionnent deux paires d'essieux que l'on a néanmoins reliés par des bielles d'accouplement. Ces deux essieux sont reportés à l'arrière, l'avant étant supporté, dans l'une des machines par un essieu porteur à boîte radiale, dans les deux autres par un bogie à déplacement latéral.

Le mécanisme de distribution des cylindres d'admission est du système Walschaërt; celui des systèmes de détente est du type sans excentriques qui avait déjà été employé pour les cylindres intérieurs d'une des locomotives de la série précédente.

Le changement de marche se fait, comme sur ces dernières, par un mécanisme unique à contrepoids de vapeur, commandant à la fois les quatre distributions et établissant entre elles, pour chaque cran de détente, un rapport indépendant de la volonté du mécanicien et choisi d'avance. Le démarrage s'opère comme plus haut.

Les premières machines de 1888 pesaient en ordre de marche 53,3 t.; les nouvelles machines, C, 11 et C. 12, ne pèsent que 47,9 t. et la machine à trois essieux, 45 t. seulement; pourtant, ces machines sont plus fortes que les précédentes comme on peut s'en rendre compte par l'examen du tableau ci-dessous :

	1888	1892
Surfaces de grille	2,34 m²	2,32 m²
Section de passage des gaz dans les tubes	0,30 —	0,34 —
Surface de chauffe totale	119,48 —	147,80 —
Diamètre des cylindres HP	0,310 —	0,310 —
— — BP	0,500 —	0,540 —
Course des pistons	0,620 —	0,620 —
Poids en service		

L'accroissement de la vaporisation paraît supérieur à celui de la surface de chauffe par suite de la meilleure utilisation du calorique résultant de l'emploi des tubes Serve. Le diamètre du corps cylindrique a été porté de 1,26 m. à 1,32 m., le nombre des tubes de 113 à 133.

La pratique a confirmé dans ce cas les espérances qu'avait données l'emploi du mode compound combiné avec l'élévation de la pression à 15 kg. Aussi, la Compagnie *P.-L.-M.* mit-elle en service, dans le courant de l'année de 1894, d'autres locomotives destinées aux trains rapides et grâce auxquelles on a pu accélérer la vitesse de ces trains sans diminuer leur charge.

Ces machines ont été étudiées en vue de remorquer les trains rapides de Paris à Marseille dont le poids net est d'environ 210 t. Le poids des trains de jour est fréquemment plus élevé sur certaines sections et atteint souvent

240 t. en été ; les locomotives C-21-60 atteignent facilement en palier, avec une telle charge, la vitesse de 90 km. à l'heure.

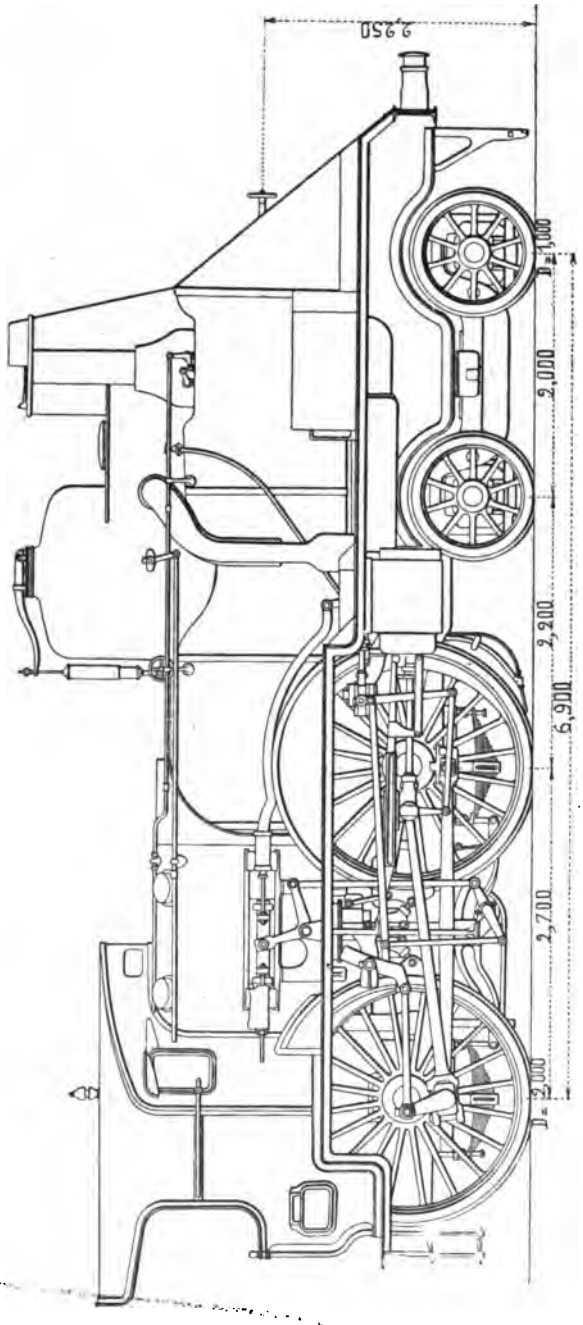


Fig. 19. — Locomotive compound à grande vitesse (série C.-21-60) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

Ce nouveau type (C.-21-60) (fig. 19 et 20) dérive de celui des machines de 1892, précédemment décrites et qui devaient être encore considérées comme des machines d'essai. Il en diffère toutefois par un certain nombre de points importants.

Les nouvelles machines sont, comme les précédentes, du système compound à quatre cylindres ; les deux cylindres d'admission directe sont extérieurs et agissent sur le quatrième essieu ; ceux de détente sont intérieurs et commandent le troisième essieu. Malgré cette division de la puissance motrice, on a conservé l'accouplement, les manivelles des cylindres de détente étant calées en avance de 135° sur celles des cylindres d'admission.

Les chaudières sont sensiblement de mêmes dimensions que celles de 1892.

Les tubes à ailettes, au nombre de 133, ont 3,00 m. de longueur et 0,065 m. de diamètre extérieur. La chaudière, entièrement en acier à l'exception du foyer, est timbrée comme précédemment à 15 kg.

Ce n'est pas seulement par la chaudière que les nouvelles locomotives sont un peu plus lourdes que celles de 1892, c'est aussi par les longerons et par leurs entretoises. L'expé-

rience a démontré, en effet, que la recherche de la légèreté avait fait réduire outre mesure les échantillons du châssis des machines de 1892 et qu'il en résultait des flexions en cours de route et des chauffages. Les entretoises ont été renforcées et l'épaisseur des longerons portée de 20 à 25 mm. Le poids total en charge est ainsi passé de 47,9 t. à 50,6 t.

Rien n'a été changé à la disposition des cylindres non plus qu'à leurs dimensions; mais les conduits de vapeur allant de la chaudière aux petits cylindres et de ceux-ci aux grands ont été disposés d'une manière toute différente. Au lieu de leur donner, dans la boîte à fumée, un grand déve-

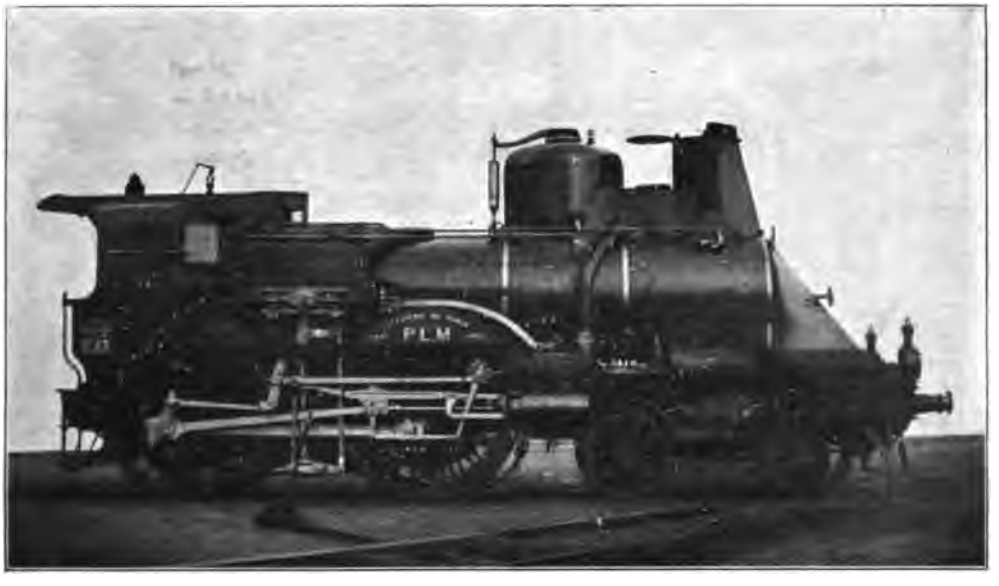


Fig. 23. — Locomotive compound à grande vitesse (série C.-21-30) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

loppement, on s'est attaché à les faire aussi courts et directs que possible, renonçant à les réchauffer en les déviant à l'intérieur de la boîte à fumée.

Le mécanisme des petits cylindres n'a pas été modifié, mais celui des grands cylindres a été complètement remanié de manière à rendre le mécanisme intérieur plus accessible. On a adopté la distribution Walschaërt.

Le changement de marche s'opère toujours par un mécanisme unique à contrepoids de vapeur, commandant à la fois les quatre distributions et établissant entre elles, pour tous les crans de marche, un rapport indépendant de la volonté du mécanicien.

L'avant de la machine est porté par un bogie qui diffère par quelques détails de celui de 1892 et disposé de telle sorte que les roues soient toujours également chargées.

Les nouvelles machines diffèrent en dernier lieu du type précédent par un détail caractéristique qui leur donne un aspect auquel le public n'était pas habitué et qui leur a valu, de sa part, le nom de « machines à bec ». Elles portent en effet à l'avant une sorte de proue coupante destinée à diminuer la résistance du milieu dans lequel elles se meuvent.

De même l'abri du mécanicien, au lieu de présenter à l'avant une surface plane perpendiculaire à la direction de la marche, est disposé en forme de coin pour fendre l'air; la cheminée, le dôme et la sablière sont réunis dans une même enveloppe terminée à l'avant par une arête coupante.

Les conditions principales d'établissement de ces machines sont les suivantes :

Surface de grille	2,38 m²
— de chauffe totale	148,07 —
Timbre	15 kg.
Diamètre des cylindres	2 de 0,34 m. 2 de 0,54 —
Course commune	0,62 m.
Diamètre des roues accouplées	2,00 —
Empattement fixe	2,70 —
— total	6,90 —
Poids en charge	50,60 t.
— adhérent	31,88 —

Compagnie d'Orléans. — Le premier lot des machines qui ont servi de prototype pour les express de la Compagnie d'*Orléans*, a été construit en 1864 (Mach. 201 à 212). Il a été suivi de six autres séries, commandées de 1867 à 1873, et qui, actuellement transformées et munies de chaudières de rechange, constituent la série 171 à 264.

C'étaient originairement des locomotives à foyer Ten Brinck, à trois essieux placés sous le corps cylindrique, très long, avec boîte à feu en porte à faux, à cylindres et distribution extérieurs et à longerons intérieurs. Le timbre est de 8,5 kg. pour les chaudières ancien modèle. Vers 1873, à la suite de l'accélération des express, on sentit la nécessité, pour améliorer la stabilité, d'ajouter à l'arrière un second essieu porteur qui fut placé sous la partie postérieure du foyer. La machine modifiée pèse 38 t. environ et présente une surface de chauffe totale de 140,40 m². et une surface de grille de 1,39 m². donnant le rapport inusité $\left(\frac{S}{s}\right) = 100,62$, en raison de la longueur des tubes qui atteint 4,96 m.[1].

Le type ainsi constitué servit de base à l'étude du modèle de 1876, dont un

[1] Un certain nombre de ces machines a reçu depuis 1890 la nouvelle chaudière de rechange à deux dômes, timbrée à 10 ou 15 kg. suivant les types de machines. La surface de grille est portée à 1,70 m². et le poids à 43,8 t. dont 26,2 t. de poids adhérent. Leur effort de traction est ainsi de 6,292 kg. au lieu de 5,348 kg.

spécimen a figuré à l'Exposition de 1878 et qui, reproduit dans la suite avec peu de modifications, constitue la majeure partie de l'effectif des locomotives à voyageurs de la Compagnie.

Les principes qui ont présidé à cette étude peuvent être considérés comme résultant d'une conception très différente des idées qui déjà avaient cours dans certains pays et semblent prédominer aujourd'hui un peu partout. Ils ont consisté, dans cette machine, à abaisser autant que possible le centre de gravité, en plaçant l'axe du corps cylindrique à la faible hauteur de 1,96 m.; à faciliter la visite et l'entretien du mécanisme en plaçant les cylindres et tous les organes de distribution au dehors; à allonger autant que possible les tubes pour obtenir un grand volume d'eau et une vaporisation économique; à réduire au minimum admissible la surface de grille, ce que le foyer Ten Brinck permit de faire sans que la puissance de la machine s'en ressentit; à adopter des longerons intérieurs pour alléger et simplifier la machine. C'est, on le voit exactement, l'inverse des principes déjà suivis à la même époque par la Compagnie du *Nord* par exemple, dont les locomotives du type *Outrance* étaient à cylindres et mouvement intérieurs, à chaudière courte placée relativement haut pour l'époque, et à grand foyer. Les excellentes qualités dont les machines de la Compagnie d'*Orléans* ont fait preuve, l'élasticité avec laquelle elles se sont adaptées aux exigences d'un service devenu de plus en plus difficile, montrent une fois de plus, comme nous le disions plus haut, que les problèmes de mécanique pratique n'ont rien d'absolu et qu'ils sont susceptibles de plusieurs solutions satisfaisantes. Quoi qu'il en soit, les machines de ce type sont à peu près à la limite de leur puissance le diamètre de leur corps cylindrique étant limité par l'écartement des bandages.

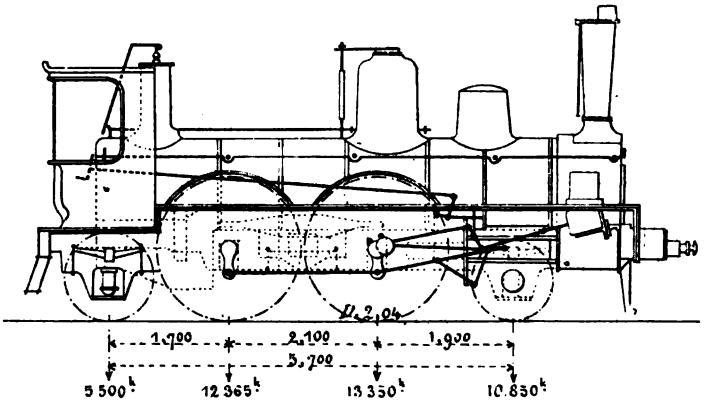


Fig. 21. — Locomotive à grande vitesse (série 265-360) du *Chemin de fer d'Orléans*.

Les locomotives express du type 1878 (Mach. 265 à 328; 349 à 360) (fig. 21) présentent les particularités principales suivantes :

La boîte à feu est du type Crampton avec fermes longitudinales soutenues vers leur milieu par des tirants rivés à l'anneau de base du petit dôme des soupapes qui sont à charge directe. La surface de grille est de 1,62 m². Le foyer est du type Ten Brinck avec barreaux de grille disposés en faisceau

rayonnant. Le corps cylindrique, dont le diamètre est de 1,25 m., est formé de trois viroles en fer, celle du milieu porte le dôme de prise de vapeur contenant le régulateur à tuyaux intérieurs, mais à tringle de manœuvre extérieure. La virole avant est reliée à la plaque tubulaire au moyen d'une cornière cintrée; la boîte à fumée fait saillie sur le corps cylindrique et ne comporte pas d'enveloppe. La cheminée est munie à l'avant d'un écran.

La surface de chauffe est de 142,84 m².

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont 0,440 m. de diamètre et 0,650 m. de course; les boîtes à tiroir, dont la glace est à deux pentes, sont placées vers le haut des cylindres. La distribution est opérée par des coulisses de Gooch, extérieures, avec relevage par en dessus et manœuvre à vis. Le mécanisme, léger et bien groupé, a été souvent copié et reproduit.

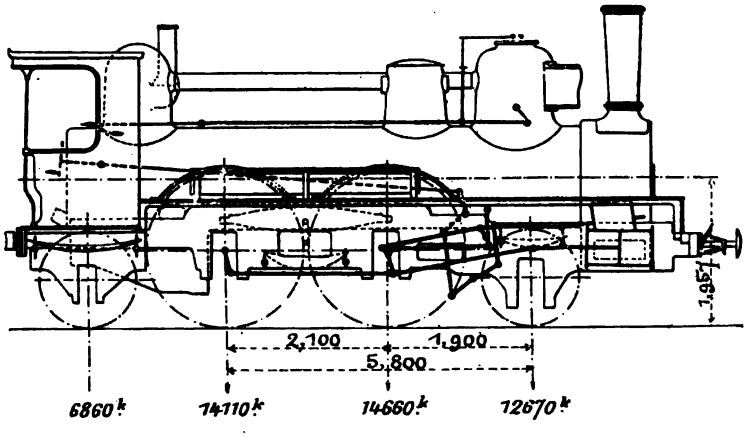


Fig. 22. — Locomotive à grande vitesse (série 76 à 86) du *Chemin de fer d'Orléans.*

Les longerons sont intérieurs aux roues. Les roues accouplées ont un diamètre de 2,00 m. avec bandages de 50 mm. d'épaisseur; leurs essieux sont aussi rapprochés que possible (2,10 m. d'entraxe). Les roues avant sont placées entre les roues motrices et les cylindres qui surplombent à l'avant; l'essieu porteur arrière passe sous le foyer, à sa partie postérieure. L'empattement total est de 5,70 m..

Deux longeronnets extérieurs permettent de placer au dehors les fusées de l'essieu arrière, loin du foyer, à l'abri de tout échauffement.

L'essieu porteur d'arrière est chargé directement par des ressorts indépendants placés au-dessus des boîtes; les essieux accouplés sont conjugués par deux balanciers longitudinaux chargés chacun en leur milieu par un gros ressort. Avec les additions successives qui leur ont été faites, telles que celles des appareils du frein à l'air, ces machines pèsent aujourd'hui 42,60 t. en ordre de marche dont 25,40 t. sur les essieux accouplés. Elles sont donc très légères surtout pour des machines à quatre essieux. Plusieurs séries de machines de cette catégorie ont été successivement mises en service, celles de 1882 (Mach. 329 à 348, 361 à 390) pèsent 45,10 t., mais les surfaces de grille et de chauffe sont identiques; les types de 1883 (Mach. 391 à 400, 51 à 76)

ont 1,70 m². de surface de grille et 149,25 m². de surface de chauffe. L'allongement du foyer a conduit, dans ce type, comme dans les suivants, à augmenter de 0,10 m. l'entraxe de l'essieu accouplé et de l'essieu arrière. Ces locomotives sont timbrées à 10 kg. et pèsent 46,70 t. en ordre de marche. Enfin, en 1894, la Compagnie a fait construire les machines 77 à 86 (fig. 22 et 23) munies de la nouvelle chaudière à deux dômes, timbrée à 15 kg. qui ont 1,74 m². de surface de grille et 138,90 m². de surface de chauffe totale. Elles

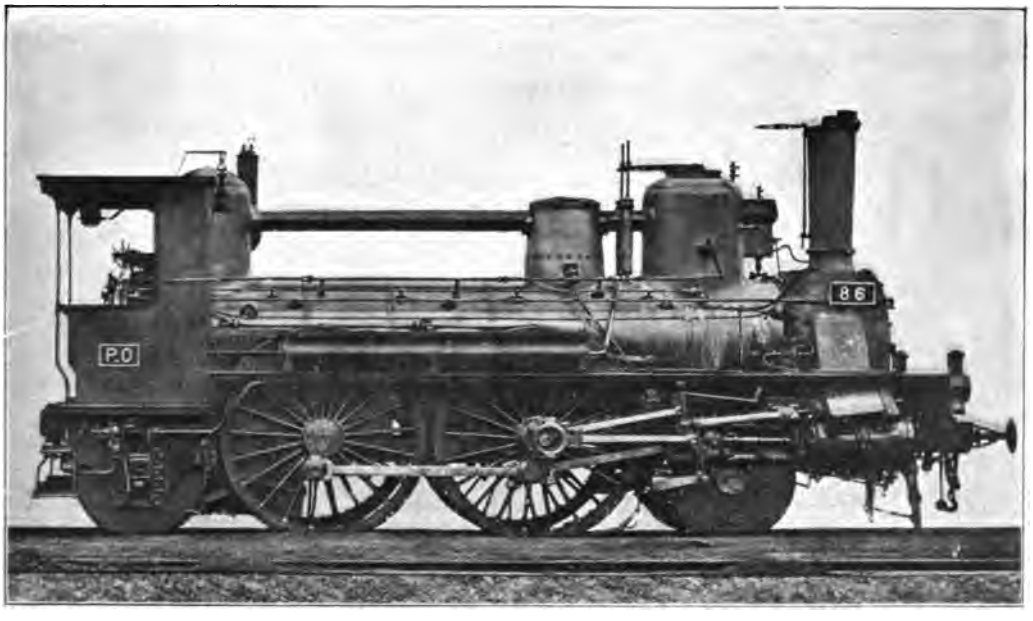


Fig. 23. — Locomotive à grande vitesse (série 77-86) du *Chemin de fer d'Orléans.*

pèsent 48,30 t. en ordre de service dont 28,77 t. de poids adhérent. En raison de l'élévation du timbre et malgré la présence d'un détendeur les cylindres ont 0,440 × 0,650 m. comme dans le type de 1882, bien que le poids adhérent soit beaucoup accru, alors que le diamètre des cylindres avait été porté à 0,450 m. dans le type de 1883. Dans le modèle le plus récent, les essieux porteurs sont munis de roues pleines en fer étampé.

Un certain nombre de machines des séries construites de 1883 à 1886 ont été munies de distributions à tiroirs d'admission et d'échappement indépendants.

Ainsi, on est parti d'un modèle originaire, créé en 1876, pesant 42,60 t. en service, avec chaudière timbrée à 10 kg. pour arriver, en 1894, à une machine du même type présentant les mêmes dispositions à part quelques différences de détail, mais plus puissant et pesant 48,30 t., comportant les mêmes cylindres mais timbré à 15 kg.

Dans le type de 1876 et de 1882, le dôme de prise de vapeur était situé au milieu; on l'a reporté sur la virole arrière du corps cylindrique dans les machines construites de 1883 à 1886.

Les premières machines étaient accompagnées d'un tender à quatre roues d'une capacité de 10 000 lit.; les tenders des machines de 1894 sont à six roues et offrent une capacité de 14 500 lit.; ils pèsent 35,84 t. en charge, cela porte à un peu plus de 84 t. le poids de la machine et du tender.

En 1888, la Compagnie d'*Orléans* construisit dans ses ateliers deux machines d'un type nouveau (101 et 102), (fig. 24) offrant la même disposition d'essieux mais à cylindres intérieurs; l'une d'elles a figuré à l'Exposition de

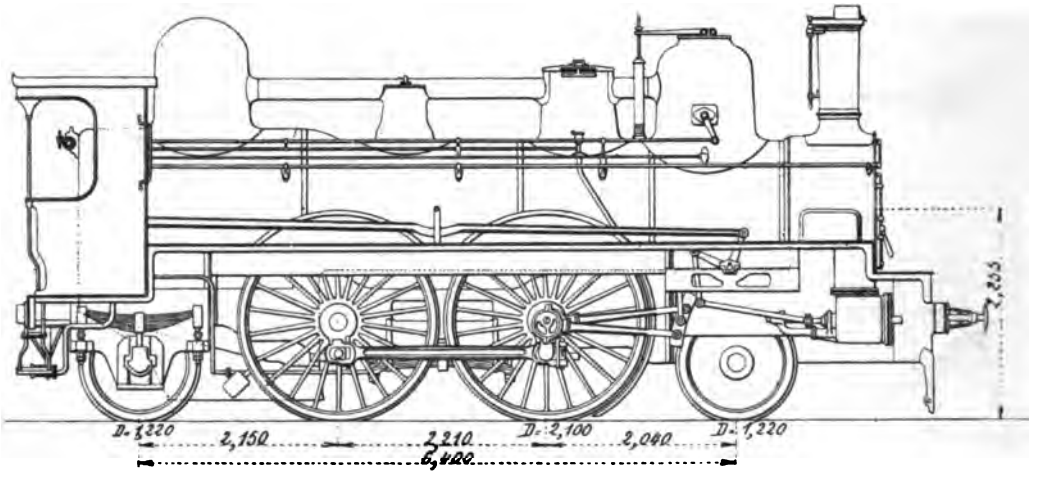


Fig. 24. — Locomotive à grande vitesse (101 et 102) du *Chemin de fer d'Orléans.*

1889. Ces locomotives, qui ont été étudiées en vue de remorquer à la vitesse moyenne de 75 km. à l'heure, sans arrêt sur un parcours de 120 km., un train de 225 t., diffèrent de celles du type de 1876 par les dispositions ou les dimensions principales suivantes :

Les roues accouplées ont un diamètre au contact de 2,15 m.; l'empattement total est porté à 6,40 m. (au lieu de 5,70 m.), ce qui ne gêne pas pour le passage en courbes, les boîtes des essieux extrêmes étant munies de plans inclinés permettant un certain déplacement latéral. Les roues porteuses sont à centres pleins comme dans les locomotives les plus récentes de la Compagnie.

Les cylindres sont intérieurs, mais les boîtes à tiroir sont placées à l'extérieur ainsi que le mécanisme de distribution; leur diamètre a été porté à 0,450 m. et leur course à 0,700 m.

La chaudière est timbrée à 13 kg. (au lieu de 10 kg.). Le foyer est du système E. Polonceau et comporte en outre l'appareil Ten Brinck. Sa

surface de chauffe est de 14,19 m². au lieu de 10,60 m². et la surface de grille de 2,22 m². au lieu de 1,62 m². Cette chaudière, suivant un dispositif adopté depuis 1887 pour toutes les chaudières destinées aux machines neuves ou devant servir de rechange aux anciennes locomotives, comporte deux dômes dont l'un situé au-dessus du foyer, et l'autre vers l'avant, communiquant entre eux par un tuyau extérieur horizontal.

La surface de chauffe est de 128 m². environ.

Le poids total en charge est de 56,33 t. dont 32,36 t. sur les deux essieux accouplés, au lieu de 42,60 t. et 25,40 t. respectivement dans le type de 1876, augmentation provenant de l'élévation du timbre, de l'accroissement de volume de la chaudière et de l'échantillon des organes.

En 1893 on construisit une troisième machine du même type (Mach. 103) dans laquelle on s'attacha, par une étude très serrée, sans diminuer la puissance de vaporisation et sans porter atteinte à la solidité générale des organes, à réduire le poids dans toute la mesure du possible. On a ainsi obtenu une machine semblable à la précédente dans ses grandes lignes, ayant une surface de grille un peu plus grande (2,25 m².), une surface de chauffe beaucoup plus grande (154,24 m².) et qui ne pèse plus que 52 t. en charge, dont 28,94 t. sur les essieux accouplés. Ce résultat a été obtenu par la réduction d'épaisseur des principaux échantillons et des tôles de la chaudière confectionnées en acier chromé (13 mm. au lieu de 16 mm.) et des parois du foyer.

Ces locomotives sont accompagnées d'un tender à six roues à centres pleins analogue à celui des locomotives type 1894 citées plus haut, mais un peu plus léger (34,85 t. en charge) bien qu'ayant la même contenance : eau, 14,500 lit., charbon environ 5 t.

En 1879, la Compagnie d'*Orléans* étudia et fit construire la première série de ses locomotives 448 à 575 qui représentent l'appropriation du type express de 1876 renforcé, à cylindres extérieurs, au service des lignes à profil accidenté (fig. 25). Le diamètre des roues a été réduit à 1,80 m., mais sans entraîner d'autre modification dans les conditions générales d'établissement. Toutefois, on a pu rapprocher les deux essieux accouplés (entraxe : 1,90 m. au lieu de 2,10 m.), ce qui ramène l'empattement total à 5,60 m. et la longueur des tubes à 4,75 m.. Le foyer, du système Ten Brinck, est exactement identique à celui des express à roues de 2,00 m.; le diamètre du corps cylindrique est le même. La chaudière est timbrée à 10 kg.

Les cylindres ont aussi le même volume que dans le type express.

Le poids total en charge est de 44,52 t., dont 25,75 t. sur les roues accouplées.

La Compagnie d'*Orléans* possède encore, comme toutes les Administrations françaises, d'anciennes locomotives mixtes à trois essieux, actuellement

munies de chaudières de rechange, constituées parfois par la transformation d'anciennes machines à roues libres et circulant sur les lignes d'embranchement. Ces machines, construites de 1851 à 1869, sont, les unes (anciennes machines E. Polonceau et Buddicom) à roues accouplées sur l'avant et à cylindres intérieurs, les premières avec tiroirs et distribution extérieurs, les autres à roues accouplées sur l'arrière et à cylindres extérieurs (à part de rares exceptions.)

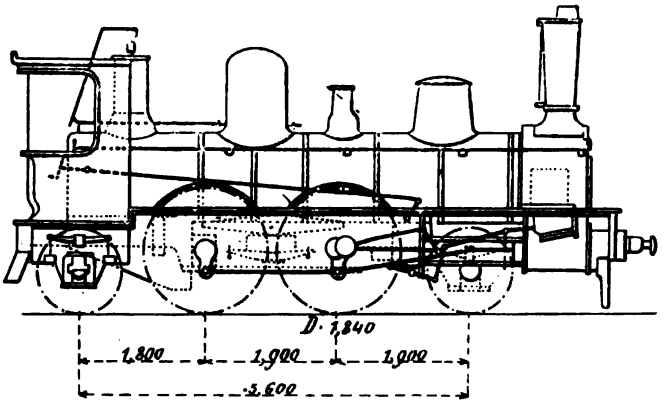


Fig. 25. — Locomotive mixte (série 448-575) du *Chemin de fer d'Orléans.*

Compagnie du Midi. — En 1878, la Compagnie du *Midi* exposait à Paris un spécimen de son nouveau type de locomotive express (Mach. 51 et 52) à quatre roues accouplées qui, inspiré par la machine du *Grand Central belge* dont nous avons parlé plus haut, et appartenant au même type général que la locomotive exposée à la même époque par la Compagnie de l'*Est*, dont elle diffère surtout, outre le mode de construction et la disposition de certains organes accessoires, par la suppression du longeron extérieur.

Le foyer est compris entre les deux essieux accouplés, écartés de 2,35 m. La boîte à feu est du type Crampton avec fermes transversales. Les tubes, au nombre de 180, ont 3,50 m. de longueur. Surface de grille : 1,71 m²; surface de chauffe : 103,07 m²; timbre 9 kg. La deuxième virole porte un dôme en communication, par un col de cygne intérieur, avec un régulateur à tiroir horizontal, placé dans une boîte spéciale, sur le corps cylindrique, à l'aplomb des cylindres. La tige de commande est manœuvrée par une vis et un volant. La boîte à fumée, formée par le prolongement du corps cylindrique, est très courte, mais se termine, à la partie inférieure, par une trémie ou poche de nettoyage recevant les escarbilles et permettant de les enlever très facilement. C'est une des premières applications, en France, de la trémie si usitée aujourd'hui.

Les cylindres, qui ont 0,430 m. de diamètre et 0,600 m. de course de piston, sont placés entre l'essieu porteur et l'essieu accouplé. La distribution, entièrement extérieure, est du type Gooch. Le changement de marche est à vis et boulonné sur la chaudière; il commande les deux distributions, par un arbre passant sur le foyer.

Les roues motrices ont 2,09 m. de diamètre au contact et les roues porteuses 1,40 m., cote exceptionnelle. Les ressorts des roues porteuses sont au-dessus du tablier ; ceux des roues accouplées sont sous les boîtes.

Cette machine ne pesait originairement que 37,5 t. dont 26 t. également réparties, sur les essieux accouplés. Elle est accompagnée d'un tender à trois essieux et à châssis intérieur (disposition unique en France), d'une contenance de 9 m³ d'eau et de 3 t. de combustible.

La Compagnie du *Midi* a construit plusieurs séries de ces machines (Mach. 53 à 95) (fig. 26), qui ne diffèrent que par des détails du type originaire, mais sont un peu plus lourdes : poids total en service 40 t., dont 28 disponibles pour l'adhérence.

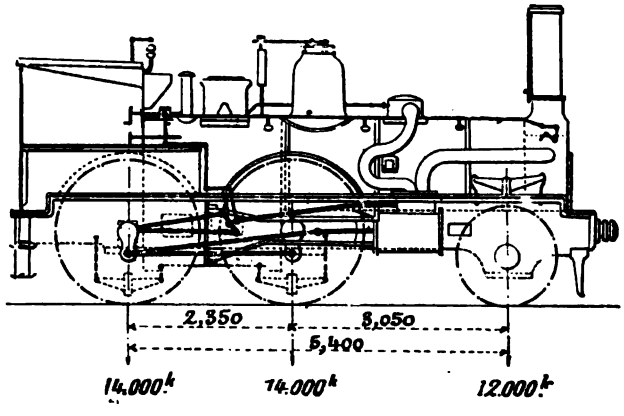


Fig. 26. — Locomotive à grande vitesse à trois essieux (série 53 à 95) des *Chemins de fer du Midi*.

Elle exposait enfin en 1889 une machine du même modèle (série 1601) comportant quelques modifications de détails destinées surtout à augmenter sa puissance. Le diamètre des cylindres est porté de 0,430 m. à 0,440 m. et le timbre à 10 kg.

Le poids total est de 42,8 t., dont 30 t. sur les deux essieux accouplés; le diamètre des roues est ramené à 2,00 m.

Le tender, analogue à celui de 1878, a une contenance un peu plus grande (10 m³).

Les machines de ce type sont très stables, grâce à la suppression totale des porte à faux à l'avant et à l'arrière; mais elles ne sont pas très puissantes, la surface de grille n'étant que 1,71 m². et la surface de chauffe de 112 m². dans le dernier type; les cylindres, en outre, sont peu volumineux (0,440 m. × 0,600 m.) pour le travail demandé actuellement aux machines à grande vitesse. Aussi la Compagnie, désireuse de mettre en service un type plus puissant et en présence des bons résultats donnés par les locomotives compound du *Nord*, commanda en 1893 deux machines de ce type (Mach. 1701 et 1702), dont le service régulier fit décider la commande d'autres locomotives semblables et ne différant des locomotives type *Nord* que par l'adoption générale des tubes à ailettes et quelques modifications de détail, telles qu'une boîte à fumée prolongée, avec trémie.

Soit que les trains de la Compagnie du *Midi* fussent plus lourds que ceux du *Nord* et le profil plus difficile, soit que le combustible employé fût de

moins bonne qualité, ces nouvelles locomotives, tout en donnant la plus grande satisfaction sous tous les rapports, furent jugées un peu faibles pour le service qu'elles avaient à accomplir et on créa en 1895 un type de locomotive semblable mais plus puissant, qui fut étudié par la *Société alsacienne*, à la demande de la Compagnie (fig. 27 et 28). L'axe du corps cylindrique fut relevé et porté à la cote de 2,45 m., de manière que, sans réduire beaucoup la profondeur du foyer, on pût faire passer son cadre au-dessus de l'essieu accouplé arrière, qu'il déborde d'ailleurs très peu, et porter à 2,60 m. la longueur extérieure du foyer qui est encore du type Belpaire. Le corps cylindrique est composé de trois viroles télescopées sur l'avant ; son diamètre extérieur est de 1,38 m. à la petite virole qui se trouve par le travers des roues motrices et de 1,44 m. à la grande virole, à l'avant. Les tubes, au nombre de 111 et de 70 mm. de diamètre extérieur, sont à ailettes et leur longueur entre plaques est de 3,90 m. La boîte à fumée est prolongée sur l'avant et munie d'une trémie.

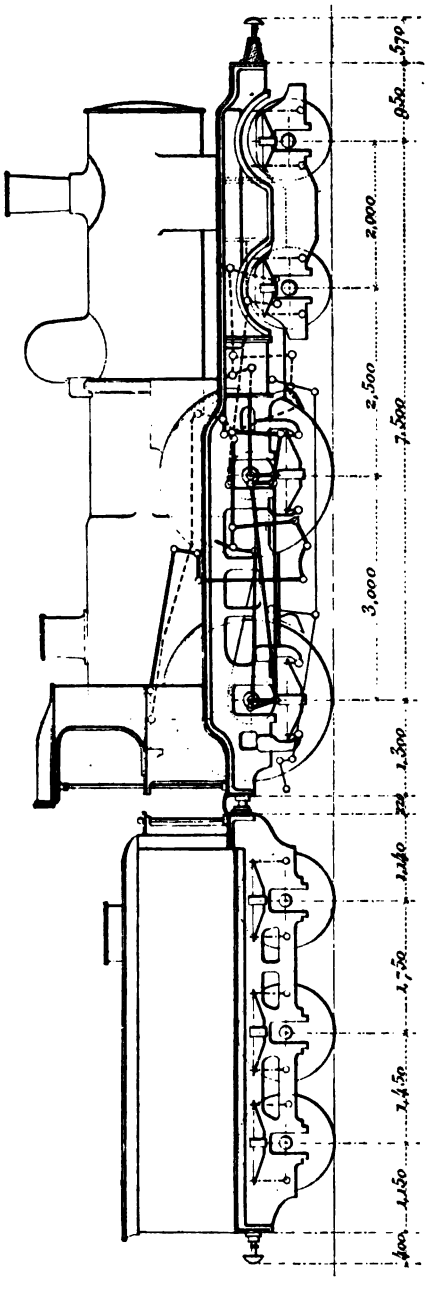


Fig. 27. — Locomotive compound à grande vitesse des *Chemins de fer du Midi*. Ensemble de la machine et du tender.

Ces remarquables locomotives sont, croyons-nous, les plus puissantes machines express à quatre roues accouplées qui soient pour le moment en service, en Europe. Elles peuvent remorquer, aux plus grandes vitesses usitées sur nos lignes, des trains lourds et permettent de gagner du temps à la montée des rampes. Nous avons vu que la Compagnie du *Nord* avait fait construire, dans les mêmes ateliers, des machines à peu près semblables, mais un peu moins lourdes et comportant un foyer un peu moins grand.

Les surfaces de grille et de chauffe totale sont respectivement de 2,43 m² et de 175,50 m², y compris un bouilleur Ten Brinck placé dans le foyer.

Le timbre est de 14 kg.

Les cylindres d'admission ont 0,350 m. de diamètre et les cylindres de détente 0,550 m., avec une course commune de 0,640 m. Le mécanisme est semblable à celui des locomotives de la série précédente. Il est remarquablement léger pour des machines de cette puissance.

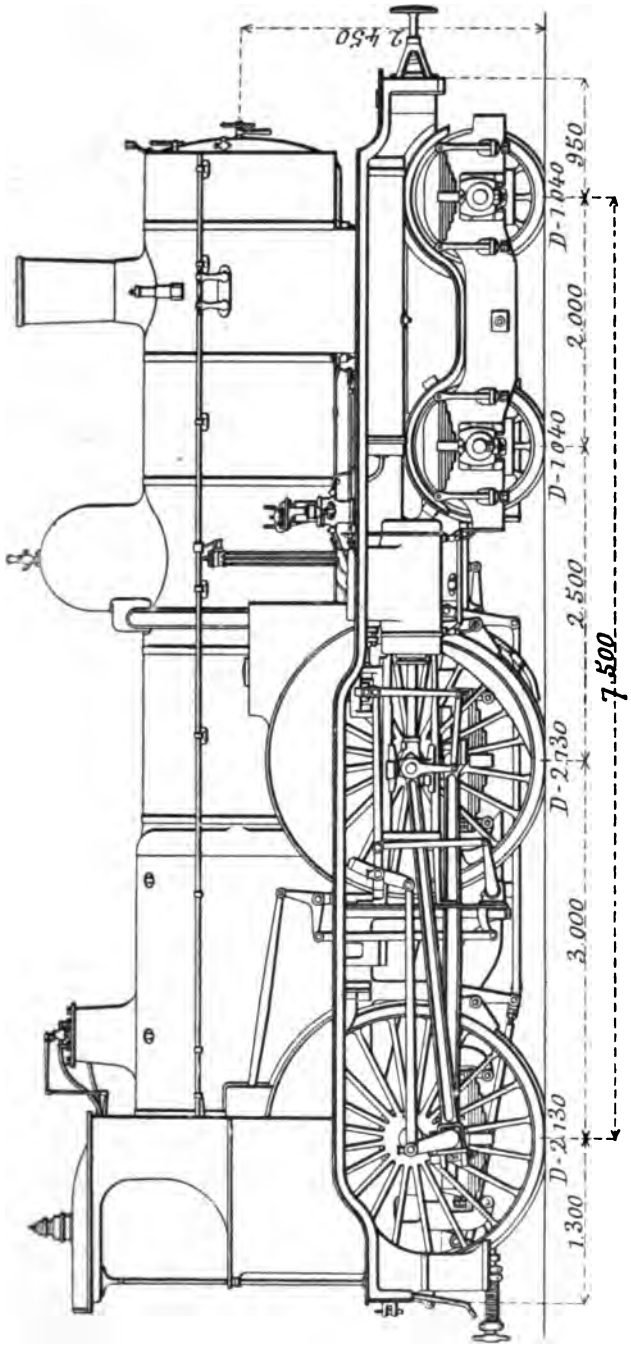


Fig. 28. — Locomotive compound à grande vitesse (série 1751-1762) des *Chemins de fer du Midi*.

Les roues accouplées ont 2,130 m. de diamètre et celles du bogie 1,040 m. L'empattement fixe est de 3,00 m., comme précédemment et l'empattement total de 7,50 m. ; l'entraxe des deux essieux du bogie est de 2,00 m.

Ces locomotives pèsent 48,95 t. à vide et 54 t., en ordre de marche, dont 32,80 t. de poids adhérent et 21,20 t. sur le truck.

Chemins de fer de l'État. — Cette administration possède un grand nombre de locomotives à trois essieux (Mach. 2001 à 2099 ; 2500 à 2528) ayant quatre roues accouplées de 2,00 m. de diamètre au contact, qui ont été étudiées à l'origine par la Compagnie de la *Vendée* en prenant pour point de départ la machine express de la Compagnie d'*Orléans*, avant l'application du quatrième essieu supprimant le porte à faux du foyer. Elles en diffèrent aussi par quelques modifications de détail : méca-

nisme de distribution par coulisses d'Allan, suspension par ressorts indépendants, etc (fig. 29).

Ces machines, pour les définir en quelques mots, appartiennent au type à trois essieux ramassés sous le corps cylindrique, très long, à faible empattement (4,00 m.) le foyer étant en porte à faux à l'arrière et les cylindres en porte à faux à l'avant. La chaudière est placée aussi bas que possible. Les cylindres, les tiroirs et tout le mécanisme sont extérieurs; les longerons sont intérieurs.

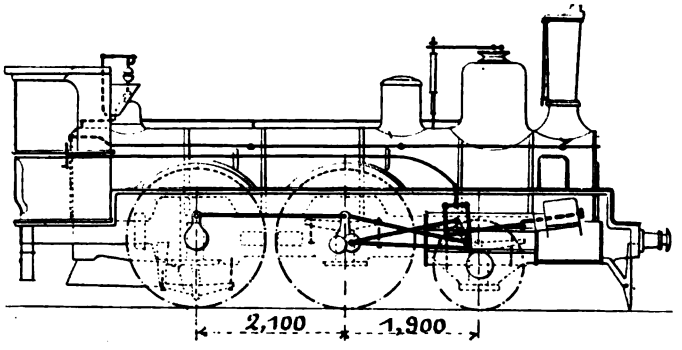


Fig. 29. — Locomotive à grande vitesse, à trois essieux (série 2009-2068) des *Chemins de fer de l'État français.*

La boîte à feu est du type Crampton, avec fermes longitudinales agrafées; la boîte à fumée est formée par le prolongement du corps cylindrique. Le dôme, placé à l'extrême avant, renferme le régulateur à tringle extérieure, mais à tuyaux intérieurs. Le timbre est de 9 kg. Surface de grille : 1,33 m², surface de chauffe 124 m².

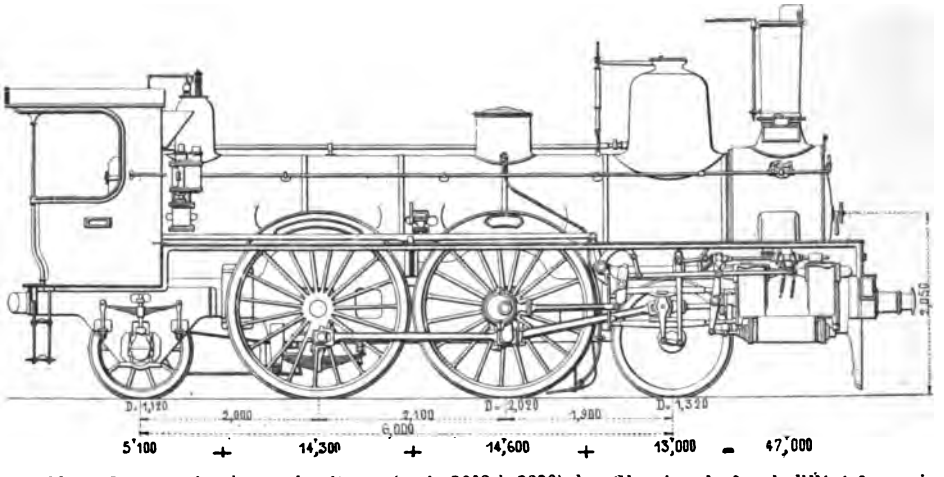


Fig. 30. — Locomotive à grande vitesse (série 2602 à 2620) des *Chemins de fer de l'État français.*

Les cylindres ont 0,440 m. de diamètre et une course de piston de 0,650 m.

Un certain nombre de ces machines ont été munies de tiroirs cylindriques du système Ricour.

Les roues accouplées ont 2,02 m. de diamètre.

Suspension par six ressorts indépendants placés au-dessus des boîtes pour les deux premiers essieux, en dessous pour le troisième.

Le poids en ordre de marche est de 36,80 t.

L'augmentation du poids des trains express occasionnée surtout par l'ouverture de la ligne de Paris à Bordeaux, par Chartres et Saumur, poids qui s'élève jusqu'à 260 t., a conduit en 1888 la Compagnie a étudier la transformation de ces locomotives. Les principales modifications qui ont été apportées (Mach. 2601) ont consisté dans l'augmentation du timbre, porté de 9 à 12 kg., dans l'accroissement de la surface de grille, passant de 1,33 m². à 1,64 m²., dans l'addition, à l'arrière, d'un essieu porteur supprimant le porte-à-faux.

Ce nouveau type, exposé en 1889, a reçu une innovation importante con

Fig. 31. — Locomotive à grande vitesse (série 2602-2620) des *Chemins de fer de l'État français.*

sistant dans le remplacement de la distribution ordinaire par coulisse et tiroir, par une distribution à obturateurs indépendants et à déclic, du système Bonnefond. Cette nouvelle machine pèse 43,10 t. en service, dont 27 t. de poids adhérent. L'empattement est de 5,85 m.

Depuis, ce type a été renforcé. Les machines construites postérieurement à 1892 (2602-2620) (fig. 30 et 31) ont une surface de grille de 1,92 m² et une surface de chauffe de 121,57 m². Les cylindres sont les mêmes, (0,440 m. × 0,650 m.) mais la pression a été portée à 13 kg. La distribution est à déclic, du système Bonnefond modifié. Les roues porteuses avant sont à centre plein. Le poids en charge atteint 48,30 t., dont 29,40 t. sur les essieux accouplés.

Enfin, la même administration a commandé en 1896 un lot des locomotives compound à quatre cylindres et à bogie du type *Nord* et a étudié et fait construire quatre locomotives à bogie, à cylindres extérieurs.

29. Locomotives à six roues accouplées. — Les machines à six roues accouplées sont usitées par toutes les Compagnies françaises pour tout ou une partie de leur service des marchandises et, par la plupart d'entre elles, pour le service de certains trains de voyageurs. Quelques administrations ont fait construire des types spéciaux pour ce dernier service, d'autres possèdent un type commun servant pour les trains ordinaires de marchandises et pour les trains lourds et peu rapides de voyageurs ; d'autres enfin qui ont un service moins chargé et des lignes à profil facile, n'attellent qu'exceptionnellement leurs machines à marchandises aux trains de voyageurs et cela simplement pour éviter la double traction, quand ils présentent un poids excessif, par suite d'une affluence imprévue. Quoi qu'il en soit, l'emploi des machines à six roues accouplées pour le remorquage des trains de voyageurs est entré dans la pratique courante de trois Compagnies au moins : celles du *Midi*, de *Paris à Orléans* et du *Nord*[1]. La Compagnie de *P.-L.-M.* va plus loin encore, nous l'avons vu, en attelant à ses trains de voyageurs, sur quelques lignes à profil difficile, des locomotives à quatre essieux accouplés.

C'est pourquoi l'on construit aujourd'hui si peu de *machines mixtes* à quatre roues accouplées ; quand le diamètre des roues descend au-dessous de 1,70 m., on préfère en accoupler trois paires, ce qui est d'ailleurs rationnel.

Les machines à six roues accouplées employées en France sont toujours à adhérence totale quand elles sont destinées au service des trains lents de marchandises ; elles sont souvent à adhérence partielle, quand elles sont appelées au remorquage des trains accélérés.

Dans le type le plus usité, les trois essieux sont placés sous le corps cylindrique et le foyer est en porte à faux. Les cylindres sont parfois intérieurs mais plus souvent extérieurs. Le porte à faux limite la longueur du foyer, aussi, dans les types récents destinés à des services tant soit peu accélérés et pour lesquels on a cherché à avoir une grande surface de grille, on place l'essieu arrière sous le foyer. La disposition classique en Angleterre, comportant un foyer profond placé entre les deux essieux arrière, a été usitée autrefois pour quelques fortes machines du *Nord*, mais on a toujours, depuis, reculé devant le grand empattement fixe qu'entraîne cette disposition si favorable au point de vue de la stabilité. On ne la retrouve que sur les locomotives-tenders de banlieue, de la Compagnie de l'*Ouest* (série 3 500). En général, la machine française à six roues accouplées, si elle n'appartient pas aux derniers modèles, a le foyer et les cylindres en porte à faux.

Le diamètre des roues, nous l'avons dit, varie de 1,25 m. à 1,40 m. pour les machines destinées aux services de marchandises ; il s'élève à 1,50 m. ou 1,60 m. pour les locomotives appelées à remplacer les anciennes machines mixtes.

[1] On pourrait ajouter aussi l'Administration des Chemins de fer de l'*Etat*.

Nous procéderons maintenant à l'examen rapide des locomotives de cette classe possédées par nos principales administrations de chemins de fer comme nous l'avons fait pour les machines à quatre roues accouplées. On remarquera d'abord que la variété des types est beaucoup moindre, le nombre des éléments variables l'étant aussi, particularité d'autant plus marquée que le nombre des essieux accouplés est plus grand et le nombre des essieux porteurs moins considérable.

Compagnie de l'Ouest. — Cette administration possède plusieurs types de locomotives à tender séparé et à six roues accouplées, mais un seul a été reproduit depuis 1867.

Les unes (Mach. 1471-1522), construites de 1853 à 1866, sont à cylindres intérieurs et à châssis extérieurs ou intérieurs. Les machines construites antérieurement à 1857 ont des roues de 1,51 m. de diamètre et des cylindres de 0,440 m. × 0,600 m. ou de 0,460 m. × 0,640 m. La surface de grille varie de 1,24 m² à 1,44 m², le timbre de 7,5 kg., à 8,5 kg., l'empattement de 3,43 m. à 3,60 m. et le poids de 35 à 39 t.

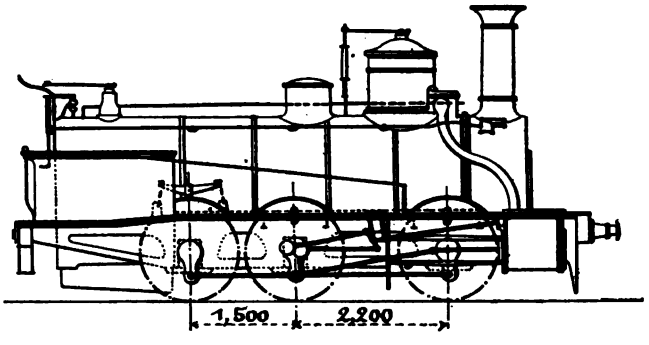


Fig. 32. — Locomotive à marchandises (série 1904-2244) des *Chemins de fer de l'Ouest.*

Dans le type de 1861-1867 (série 1601-1701), le diamètre des roues est abaissé à 1,41 m. et celui des cylindres à 0,440 m. ; surface de grille de 1,34 m², timbre de 8 à 9 kg. ; empattement de 3,50 m. ; poids de 35 à 37 t.

Les premières machines à six roues accouplées et à cylindres extérieurs furent construites par Buddicom en 1867 (Mach. 1431-1446) ; elles sont aujourd'hui transformées et munies d'une chaudière plus puissante, dont le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière. Roues de 1,37 m. ; empattement de 3,87 m. ; cylindres de 0,430 × 0,560 m. ; timbre 8,5 kg. à 9 kg. ; poids en service 30,7 t. à 35,4 t.

Le type qui a prédominé à partir de 1867 et qui a été reproduit à de nombreux exemplaires sans modifications fondamentales, forme le fond du matériel à marchandises de la Compagnie, laquelle en possède aujourd'hui près de 300 exemplaires (Mach. 1904 à 2269) ayant toutes pièces de rechange communes (fig. 32). Les dernières machines construites (en 1891 et 1892) (fig. 33) ne diffèrent des anciennes que par de légères modifications dans leur aspect extérieur et un accroissement du timbre de 1 kg.

Les trois essieux sont placés sous le corps cylindrique de manière à

réduire l'empattement à 3,70 m. Les cylindres sont extérieurs et horizontaux avec distribution extérieure.

Le foyer est assez profond ; le ciel est consolidé par des fermes longitudinales suspendues à l'enveloppe. Le corps cylindrique à 1,30 m. de diamètre moyen et porte un dôme placé à l'avant dans les anciens types, sur la virole milieu dans les nouveaux. Les tubes, au nombre de 198, ont 4,30 m. de longueur. La surface de chauffe est de 1,36 m². Le timbre est de 9 kg. pour les machines antérieures à 1885, de 10 kg. pour les autres.

Tout le mécanisme est extérieur ; la distribution est du type Gooch dans les anciennes machines et du type Walschaërt dans les dernières construites ;

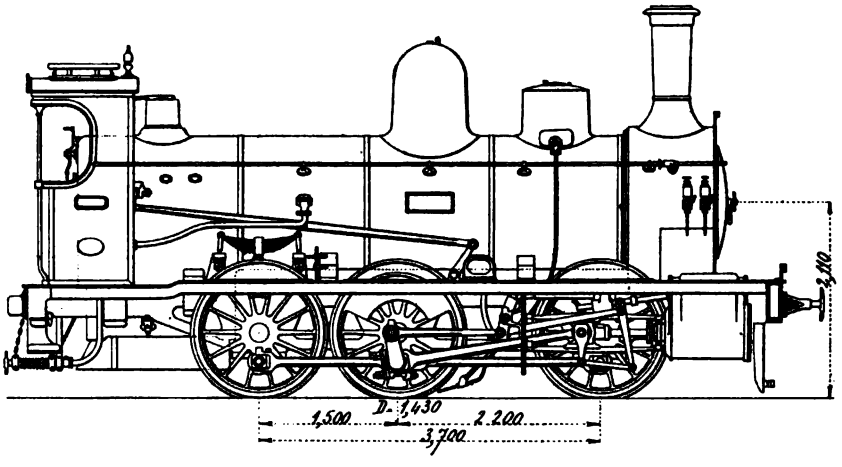


Fig. 33. — Locomotive à marchandises des *Chemins de fer de l'Ouest* (type 2000, série 2245-2269).

mais, pour assurer l'entrechangeabilité, on n'a pas modifié le modèle des cylindres ni des boîtes à tiroirs. Les bielles motrices ont des têtes à fourche, les bielles d'accouplement des têtes à rattrapage de jeu, fermées.

Les longerons sont intérieurs. Les ressorts de suspension sont indépendants et placés au-dessus des boîtes ; ceux de l'essieu arrière sont reportés au-dessous des couvre-roues au moyen d'une pièce transversale.

Les roues ont 1,42 m. au roulement.

Les anciennes machines de ce type comportent le régulateur à tiroir horizontal placé sur l'avant du dôme, avec tuyaux de vapeur extérieurs à la chaudière ; une boîte à fumée formée par le prolongement du corps cylindrique avec porte à deux vantaux. Les nouvelles ont un dôme de plus faible dimension contenant un régulateur à tiroir vertical, avec tuyaux et tringles intérieures ; une boîte à fumée en saillie, plus vaste que l'ancienne, avec trémie pour la vidange des escarbilles et porte ronde à battant unique. Un abri à joues latérales avec colonnettes pour supporter la toiture a remplacé l'écran recourbé seul usité jusqu'en 1885.

Certaines de ces machines ont été munies du frein Westinghouse afin de pouvoir s'atteler aux trains de voyageurs.

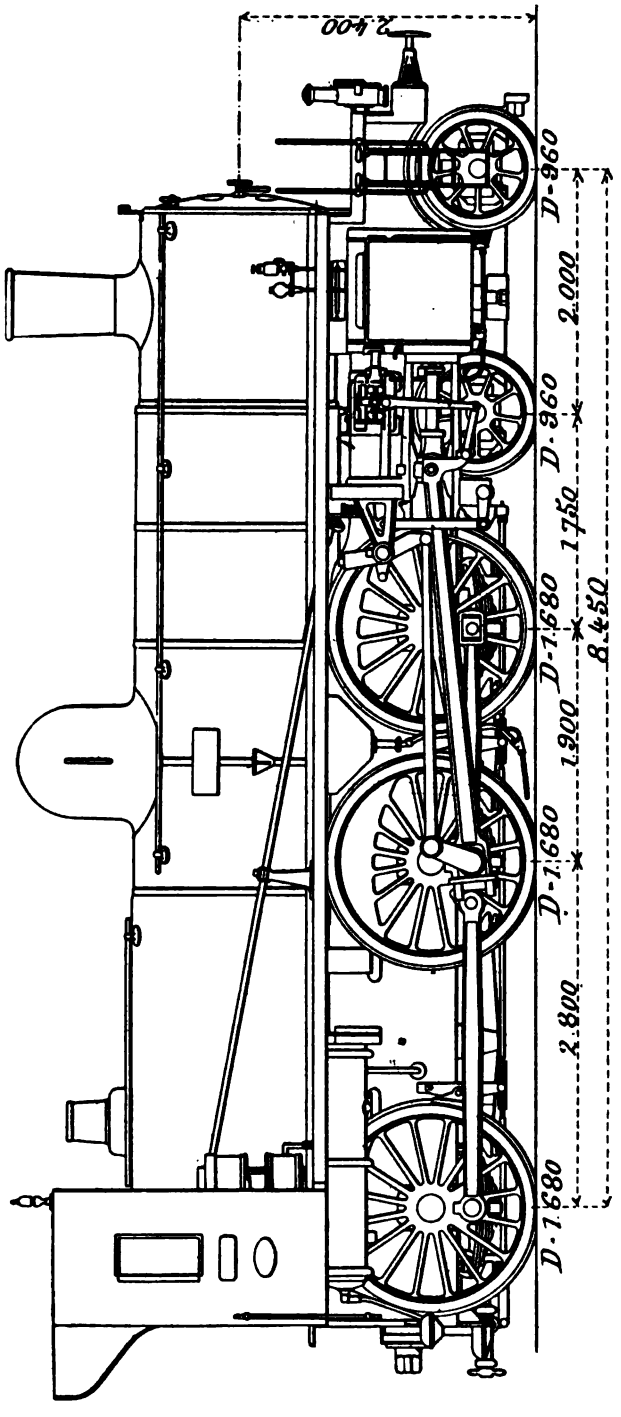


Fig. 34. — Locomotive à six roues accouplées et à bogie (série 2301-2304) des *Chemins de fer de l'Ouest*.

La Compagnie de l'*Ouest* a fait construire, en 1896, quatre locomotives à six roues accouplées et à bogie, à cylindres extérieurs, qui sont destinées au service des trains lourds de voyageurs ou des trains accélérés de marchandises et qui méritent d'attirer l'attention comme constituant le véritable type moderne de machine mixte (fig. 34).

Ces machines qui appartiennent à un type nouveau en France, comptant parmi les plus récemment construites et renfermant d'intéressantes particularités, méritent une description détaillée.

Elles ont été construites en vue de remorquer une charge de 600 t. à une vitesse moyenne de 35 km. à l'heure sur les profils faciles et à une vitesse réduite sur des rampes de 10 mm. ; le poids de la nouvelle locomotive ne devait pas dépasser 15 t. par essieu ; le foyer devait en être disposé pour la combustion des menus.

Ce type devait de plus pouvoir marcher à des vitesses suffisantes pour la traction des trains lourds de voyageurs.

Il était possible de satisfaire à ce programme avec un poids adhérent de 45 t. ; c'était cependant un minimum ; mais donner à la machine un poids adhérent plus grand conduisait à l'adoption de quatre essieux accouplés, disposition moins favorable pour des vitesses un peu accélérées.

D'autre part, le poids total de 45 t. ne permettait pas la construction d'une machine assez puissante ; l'adjonction d'un essieu porteur ou d'un bogie était donc nécessaire ; on s'arrêta à la seconde solution et, en raison du grand empattement et de la stabilité qu'elle donne, on plaça les cylindres à l'extérieur.

On choisit des roues d'un diamètre moyen pour que la vitesse ne fût pas étroitement limitée de ce chef ; pour donner une certaine profondeur au foyer, qui devait, par suite de sa grande longueur, passer au-dessus de l'essieu d'arrière, on plaça l'axe de la chaudière à une assez grande hauteur au-dessus des rails, ce que l'on s'accorde aujourd'hui à considérer comme favorable à la conservation de la voie.

En résumé, les machines 2301 à 2304 ont 3 essieux couplés et un bogie avec grand empattement, une chaudière assez élevée, un long foyer, des cylindres et un mécanisme de distribution extérieurs.

Le châssis se compose de deux longerons intérieurs en tôle de 30 mm. d'épaisseur, réunis entre eux par la traverse d'avant en tôlerie, par l'entretoise des cylindres, par celle des supports de glissières, par une entretoise intermédiaire, par l'entretoise d'avant de la boîte à feu, toutes les quatre en acier moulé, et enfin par un caissonnement en tôlerie formant à la fois entretoise d'arrière de boîte à feu et traverse d'arrière.

La hauteur de la partie des longerons qui reste au-dessus de la découpée des boîtes est de 520 mm.

D'une manière générale on s'est attaché à donner une grande solidité au châssis, en raison de son rôle très important au point de vue de la bonne conservation de la machine.

Les glissières de boîtes d'essieu sont constituées par une pièce unique d'acier moulé, en forme de fer à cheval ; toutefois cette disposition, qui renforce le longeron, n'a pu être adoptée pour l'essieu d'AR par suite de la présence du foyer.

Ces glissières, fortement talonnées dans les longerons, sont munies de deux pièces en fer cémenté ; ces pièces de glissement sont surtout nécessaires en raison de la nature du métal employé pour la confection des boîtes ; celles-ci sont en acier moulé comme les glissières.

Les roues, de 1,680 m. de diamètre à la surface de roulement, sont calées sur trois essieux identiques, munis de larges portées pour les coussinets des boîtes d'essieu.

La suspension est effectuée par des ressorts fixés sous les boîtes et con-

jugués entre eux par des balanciers longitudinaux, qui assurent une égale répartition pour les trois essieux moteurs. Ces balanciers sont montés sur couteaux pour permettre leur libre mouvement.

Les balanciers sont constitués par deux tôles entretoisées, laissant passer entre elles les supports de balanciers. Les supports correspondants de chaque côté de la machine sont réunis par deux barres fixées au moyen de clavettes formant serrage; ces clavettes maintiennent en même temps les couteaux des balanciers.

Pour éviter toute fatigue des pièces de suspension résultant des légères inclinaisons que peuvent prendre les essieux par rapport à la machine, les ressorts sont libres d'osciller latéralement et les tiges de suspension appuient sur des rondelles portant deux couteaux perpendiculaires.

Le bogie est semblable à celui des machines express. Toutefois, en raison de la grande longueur des machines, il a été nécessaire de lui donner un déplacement latéral plus grand, ce qui a entraîné une modification dans la disposition des ressorts de rappel. Dans les bogies des machines express ces ressorts travaillent isolément et chacun d'eux subit des variations de flèche égales au déplacement latéral. Dans les nouvelles machines, les deux ressorts sont conjugués, leurs extrémités sont réunies entre elles au moyen de tirants et les brides s'appuient à la fois sur les pièces fixes du bogie et sur le chariot entraîné par le pivot dans le déplacement latéral.

Par suite, lorsque ce déplacement se produit, les deux ressorts travaillent en même temps et chacun d'eux subit une perte de flèche égale seulement à la moitié du déplacement, ce qui diminue la fatigue du métal. Les tirants des ressorts servent en même temps à leur donner une bande initiale convenable que l'on pourra d'ailleurs faire varier facilement pour en déterminer la meilleure valeur. A la construction, ces ressorts ont été montés avec une bande initiale de 1400 kg.

Ce bogie peut d'ailleurs se monter sans modification sous les machines 939 à 950 et 953 à 998.

Les chaudières des machines 2301 à 2304 ont été calculées largement. La grille a 2,60 m² de surface, la surface de chauffe est de 164 m², dont 13 m² de surface directe. La chaudière renferme 5,700 m³ d'eau; elle est en tôle d'acier et timbrée à 12 kg.

Le foyer est du système Belpaire.

Il est très notablement renflé à la partie supérieure de manière à augmenter le nombre des tubes dans le corps cylindrique. Cette disposition présente, il est vrai, l'inconvénient de rendre impossible la sortie du foyer par le bas de la boîte à feu; mais les descentes de foyer sont assez rares et on peut sacrifier une facilité de réparation à une augmentation notable de la puissance de la chaudière.

Le pourtour du foyer, en raison de son grand développement, a été fait en trois parties assemblées à recouvrement.

Le ciel du foyer, malgré le grand diamètre du corps cylindrique, est à 0,215 m. seulement au-dessus de l'axe de la chaudière, ce qui permet de grandes variations dans le niveau de l'eau.

Le pourtour de la boîte à feu est également fait en trois parties, assemblées à double couvre-joint.

Dans la construction du foyer et de la boîte à feu, on a employé de grands arrondis, de manière à faciliter les dilatations, tout en armant suffisamment les faces planes.

Pour le même motif, les armatures de face arrière n'ont pas été réunies aux faces latérales; ces armatures raidissent seulement la paroi arrière, reliée par de forts tirants au corps cylindrique.

Les doubles couvre-joints latéraux renforcent le pourtour de boîte à feu dans la partie arrière, où les armatures de face AR n'ont pas permis de placer des tirants transversaux. Ces tirants transversaux viennent d'ailleurs se fixer tous dans les couvre-joints, ce qui a permis d'en réduire le nombre et de diminuer l'encombrement au-dessus du ciel.

Le cadre de foyer est à simple rivure, ce qui diminue très notablement le poids de cette pièce tout en lui laissant une résistance suffisante attendu qu'elle sert uniquement à entretoiser le foyer et la boîte à feu.

La grille, formée de barreaux en fer de 10 mm. d'épaisseur, est munie d'un jette-feu.

Le mouvement de la porte avant du cendrier est commandé de l'intérieur de l'abri. Les portes d'arrière sont simplement glissantes et ne doivent être ouvertes que pour le nettoyage.

Le foyer est garni d'une voûte en briques.

Le corps cylindrique est formé de deux viroles de 1,500 m. de diamètre intérieur, assemblées transversalement par des couvre-joints simples à double rang de rivets, et longitudinalement par des couvre-joints doubles, le couvre-joint intérieur étant plus grand que le couvre-joint extérieur; les rivets des deux lignes extérieures sont assez espacés et réunissent seulement le couvre-joint intérieur avec la tôle de chaudière; ce mode d'assemblage diminue le travail des tôles de chaudière dans les lignes de rivure intérieures où les rivets sont forcément assez rapprochés pour permettre le matage du couvre-joint extérieur.

Les tubes sont du type Serve à 8 ailettes.

La boîte de fumée, à grande capacité, porte à l'avant une trémie fermée par un tampon en fonte attaché par une chaîne.

La chaudière, fixée à l'avant sur l'entretoise des cylindres, repose à l'arrière sur les longerons au moyen de deux longues cornières rivées sur la

boîte à feu ; elle est de plus maintenue transversalement par un talon qui s'engage dans un guide fixé sur l'entretoise d'arrière. Deux agrafes de chaque côté de la boîte à feu complètent le montage.

Les cylindres ont un alésage de 0,510 m.[1] ; la course des pistons est de 0,660 m. Ces cylindres sont symétriques par rapport à un plan médian perpendiculaire à leur axe, de telle sorte que le corps du cylindre de droite est identique au corps du cylindre de gauche ; cela réduit les frais de modèle et un seul cylindre mis en approvisionnement suffit. Par suite de cette disposition, chaque cylindre a ses deux plateaux rapportés.

Les cylindres sont montés extérieurement entre les roues du bogie et leurs fonds sont recouverts d'une enveloppe métallique pour diminuer les déperditions de chaleur et faciliter le nettoyage.

Les garnitures métalliques des tiges de piston et de tiroir ne nécessitent aucun réglage ; elles sont munies de ressorts qui assurent un serrage convenable quand les presse-garnitures ont été amenés à fond de course.

Les crosses de piston sont munies de longs patins en acier régulé.

Les glissières ont un fort équarrissage et portent sur un support en acier coulé situé à une assez faible distance du milieu de la course de la crosse, ce qui diminue notablement la fatigue du métal. On a augmenté légèrement la longueur des glissières auprès des surfaces de glissement pour faciliter le rafraîchissage après usure. La glissière supérieure porte un graisseur à trois mèches lubrifiant les trois faces de frottement.

Les bielles motrices, de 3,200 m. de longueur, ont une section à double T, avec une âme très mince (18 mm. seulement). Leur grosse tête est du type à clavette.

Les bielles d'accouplement ont également une section en double T très évidée. Les têtes arrière ont seules pu être du système à bague ; celles du milieu sont à chapeau, et celles d'avant à cage ; mais dans les unes et dans les autres les clavettes n'ont pour but que d'assurer une bonne fixation des coussinets et nullement de permettre le rattrapage du jeu.

La distribution est du système Walschaërt, avec supports de coulisse montés sur les supports des glissières.

Le guide de tige de tiroir, ordinairement carré quand le levier d'avance est monté en porte-à-faux, a reçu une forme rectangulaire qui s'oppose à toute rotation autour de l'axe de la tige.

La vis de changement de marche a été placée aussi près que possible de l'arbre de relevage ; son bâti et les paliers de l'arbre de relevage font partie du support de glissière. Cette disposition est d'une grande solidité et réduit autant que possible les flexions des pièces. Un curseur indique dans l'abri la position de l'arbre de relevage.

[1] A titre d'essai, les cylindres des machines 2303 et 2304 ont été alésés seulement à 0,490 m.

On a calculé largement les surfaces de frottement et la plupart des articulations ont été munies de graisseurs ; on évite ainsi le graissage en cours de route d'un certain nombre de pièces ordinairement munies de trous et les pertes d'huile qui en sont la conséquence.

La distribution Walschaërt, donnant des avances linéaires constantes, la position des tiroirs est réglée de manière à avoir des avances égales des deux côtés.

La hauteur de la plate-forme à l'arrière est la même que dans toutes les machines, pour permettre l'accouplement avec un tender quelconque (muni de tampons Roy); mais des marches élevées sont établies de chaque côté du foyer, pour que la vue s'étende par-dessus la chaudière. On a par suite été conduit à utiliser totalement le gabarit. Pour la facilité des manœuvres on a placé des glaces réfléchissant les deux côtés du train, comme cela a été pratiqué dans les fourgons de construction récente.

Une porte, placée du côté gauche, assure la communication avec le tablier, qui est de plein pied avec la partie surélevée du plancher de l'abri.

Les injecteurs sont du type Friedmann (série T) de 9 mm., montés contre la face arrière de l'abri, et communiquant chacun avec la chaudière par deux tuyaux intérieurs, l'un prenant la vapeur dans le dôme, l'autre conduisant l'eau injectée vers le milieu du corps cylindrique. On évite ainsi l'emploi des tuyaux extérieurs exposés à la gelée.

Ces injecteurs sont, comme les injecteurs Sellers, aspirants et à réamorçage automatique ; ils n'en diffèrent pas comme principe.

Les robinets des locomotives 2301 à 2304 sont pour la plupart à clapet.

Les robinets de jauge ont été supprimés, et les machines sont munies de deux niveaux d'eau système Serveau.

Le régulateur ne comporte qu'un seul tiroir; mais, pour faciliter la manœuvre, on a disposé la commande de manière que le mouvement initial du levier du régulateur ne donne qu'un très faible déplacement du tiroir : ainsi quand le levier est vertical, le régulateur n'est ouvert que de 1/5 de sa section. Cette disposition facilite le réglage de l'admission de vapeur au moment des démarrages et dans les manœuvres.

Les soupapes sont du système Lethuillier et Pinel à échappement progressif, déjà en essai sur quelques locomotives de la Compagnie.

Les purgeurs sont des clapets appliqués sur leurs sièges par des ressorts ; l'ouverture en est commandée par des tringles munies de plans inclinés.

L'échappement est fixe et annulaire.

On a étendu dans cette machine l'emploi des joints à lentille, essayés déjà sur les machines 902 et 903.

Les sablières à vapeur, placées de chaque côté de la machine, peuvent contenir chacune environ 120 kg. de sable.

Ces machines sont munies du frein Westinghouse et de l'appareil d'intercommunication.

On trouvera ci-après les dimensions principales de ces machines.

MÉCANISME

Diamètre des cylindres	0,510 m.
Course des pistons	0,660 —
Ecartement des cylindres d'axe en axe	2,080 —
Longueur des bielles motrices	3,200 —

ROUES MONTÉES

(Le poids non suspendu comprend les roues montées, les boîtes, les bielles d'accouplement et une partie des bielles motrices et des barres d'excentriques).

DIAMÈTRE DES ROUES au contact bandages de 0m,070.		FUSÉES			POIDS NON SUSPENDUS avec bandages de 55 millimètres.
		Diamètre.	Longueur.	D'axe en axe.	
Bogie	0,960 m.	0,150 m.	0,240 m.	1,126 m.	1 065 kg.
Accouplées	1,680 m.	0,200 m.	0,250 m.	1,110 m.	A/ 2 800 — M 4 000 — R 2 800 —

BOUTONS DE MANIVELLES

BIELLES MOTRICES				BIELLES D'ACCOUPLEMENT					
Grosse tête.		Petite tête.		D'avant.		Du milieu.		D'arrière.	
Diam.	Long.	Diam.	Long.	Diam.	Long.	Diam.	Long.	Diam.	Long.
145	160	100	108	90	80	165	100	90	80

CHAUDIÈRE

Longueur extérieure de la boîte à feu	2,770 m.
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1,500 —
Epaisseur des tôles	0,015 —
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail	2,400 —
Volume { de l'eau dans la chaudière (0m,20 au-dessus du ciel)	5,700 m³
Volume { de la vapeur dans la chaudière	3,000 —
Timbre	12,00 kg.

FOYER

Longueur intérieure en bas	2,570 m.
Largeur intérieure { en haut	1,300 —
Largeur intérieure { en bas	1,100 —
Hauteur du foyer { du dessous du cadre à l'avant	1,815 —
Hauteur du foyer { du dessous du cadre à l'arrière	1,395 —

TUBES

Nombre		112
Longueur entre plaques tubulaires		4,000 m.
Diamètre extérieur		0,070 —
Nature des tubes (acier doux à 8 ailettes intérieures)		
Surface de chauffe	du foyer	12,87 m²
	des tubes (comptée en prenant le développement total intérieur et la longueur des tubes compris les épaisseurs des plaques tubulaires)	151,00 —
	totale	163,87 —
Surface de la grille		2,60 m²

BOITE A FUMÉE

Longueur intérieure	1,700 m.
Diamètre intérieur	1,534 —

CHASSIS

Ecartement intérieur des longerons	1,240 m.
Epaisseur	0,030 —
Hauteur des longerons au droit des boîtes d'essieux	0,520 —

POIDS

Machine vide		53,400 t.
Machine en état de service (0m,20 d'eau au-dessus du ciel)		59,500 —
Sous le bogie	1er essieu	7,100 —
	2e essieu	7,900 —
Sous les roues accouplées	essieu d'avant	14,750 —
	essieu moteur	14,900 —
	essieu d'arrière	14,550 —

Compagnie du Nord. — Cette Compagnie est celle qui fait le plus large emploi des locomotives à quatre essieux accouplés; mais elle possède un très grand nombre de machines à six roues accouplées destinées au service soit des trains mixtes, soit des marchandises sur les lignes secondaires. Toutes ces machines, à part quelques spécimens achetés à d'autres administrations ou provenant de réseaux fusionnés, sont à cylindres intérieurs. On en compte deux séries principales ayant, l'une le châssis intérieur, l'autre le châssis extérieur.

Les machines à châssis intérieur (nos 3606-3620, 3748-3787) (fig. 35) sont dérivées du type Mammouth, mis en service en 1849, d'un modèle qui, jusque vers 1860, s'est répandu en France et dont presque toutes les Compagnies possèdent des spécimens. Jusqu'en 1863, elles ont conservé le foyer en porte-à-faux, avec un écartement extrême des essieux de 3,32 m. seulement. Depuis, on a porté l'empattement à 3,60 m. et adopté une chaudière à foyer Belpaire passant au-dessus de l'essieu arrière. Les plus anciennes

reçoivent, en grande réparation, des chaudières timbrées à 9 kg. analogues à celles des dernières séries.

Dans le type le plus récent (1882) la grille, inclinée, est disposée pour brûler des menus. Le corps cylindrique a une longueur de 4,11 m.; il est formé de quatre viroles. Le dôme est monté sur la virole arrière et sert de prise de vapeur; le régulateur à tiroir horizontal est placé dans une boîte spéciale à l'avant du corps cylindrique. La surface de grille est de 1,63 m² et la surface de chauffe totale de 83 m². Le timbre est de 10 kg. Les cylindres sont intérieurs et légèrement inclinés, pour éviter l'essieu avant; l'empattement étant réduit, ils surplombent presque autant que s'ils étaient extérieurs. Leur diamètre est de 0,400 m., avec une course de 0,610 m. Le mécanisme de distribution est presque identique à celui des premières machines : bielles à fourche embrassant les glissières, coulisses de Stephenson avec relevage par en dessus, manœuvre à vis.

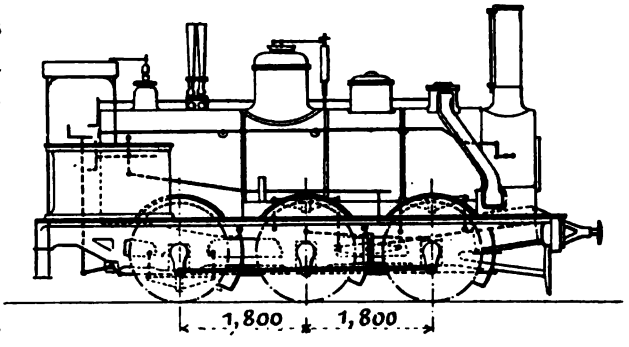


Fig. 35. — Locomotive à six roues accouplées du type *Mammouth* (série 3606-3787) du *Chemin de fer du Nord*.

Les longerons sont intérieurs. Les ressorts de suspension de l'essieu arrière sont placés au-dessous des boîtes; ceux des deux autres essieux sont au-dessus et se trouvent conjugués de chaque côté par un balancier. Les roues accouplées ont un diamètre au contact de 1,439 m., ce qui rend ces machines propres au service des trains mixtes ou des trains accélérés de marchandises. C'est un type très léger dont le poids en charge ne dépasse pas 28,3 t.

Les dernières machines construites ont un abri formé par un écran et une toiture que supportent des colonnettes à l'arrière.

Le type à châssis extérieur (série 3453 à 3512), plus récent, constitue essentiellement, par le diamètre de ses roues (1,660 m.), un modèle de machine mixte et il est utilisé par la Compagnie pour le remorquage de trains omnibus ou même parfois de trains rapides, sur les lignes à profil accidenté.

Dans ses grandes lignes, à part la disposition du châssis, il ressemble beaucoup au précédent, mais il est plus puissant; ainsi, l'empattement total est porté à 4,10 m., la surface de grille à 2,31 m², la surface de chauffe à 98,00 m² et le diamètre des cylindres à 0,480 m., la course restant de 0,610 m. Le poids en charge est de 40,8 t.

Ces machines, en ce qui concerne l'arrangement des organes et leur habillage extérieur, sont traitées dans le style des *Outrances* de la même Com-

pagnie. Cependant, les derniers types ont été modifiés et simplifiés dans leur aspect ; on a remplacé le régulateur Crampton par un appareil à tiroir vertical situé à l'intérieur du dôme, à tringle et tuyaux de manœuvre intérieurs, etc.

La Compagnie du *Nord* compte à son effectif, ainsi que nous le disions plus haut, d'autres types à six roues accouplées et à tender séparé. Ainsi, les machines (nos 3275-3334) construites au Creusot de 1852 à 1855, extrêmement remarquables pour l'époque et bien supérieures aux *Mammouth* par leur puissance ou leur stabilité ; on peut regretter que ce type ait été abandonné. Ce sont des locomotives à cylindres et châssis intérieurs, à grand empattement (4,30 m.) montées sur des roues de 1,44 m. Le corps cylindrique a un diamètre moyen de 1,526 m. ; la surface de grille est de 2,08 m² et la surface de chauffe de 114 à 122 m² ; cylindres de 0,460 m. × 0,680 m. ; poids en charge 34,60 t.

Les machines à cylindres extérieurs de la série 3335-3352 ont été construites en 1865 ; elles sont à foyer en porte à faux et appartiennent au type *Bourbonnais*. Surface de grille 1,35 m² ; poids en charge 34,60 t. Citons aussi les machines à cylindres et mécanisme de distribution extérieur (série 3353-3375), construites en 1875 par les ateliers de *Tubize* et provenant de la Compagnie de *Lille-Valenciennes*. Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière et présente une surface de grille de 2,20 m². Les roues ont 1,36 m. de diamètre et l'empattement est de 4,00 m. ; cylindres de 0,460 m. × 0,650 m. Poids en charge 35 t.

Une machine *Mogul*, compound à trois cylindres, à six roues accouplées de 1,66 m. et à bissel, a été construite en 1888 et a figuré à l'Exposition de 1889 (n° 3101). Surface de grille 2,09 m² ; surface de chauffe 112 m² ; poids en charge 40,60 t.

Enfin, en 1897, à la suite d'essais très concluants effectués par la Compagnie sur une locomotive à six roues accouplées et à bogie du *Midi*, type dont nous parlons plus loin, la Compagnie a décidé la commande d'un lot important de ces machines.

Compagnie de l'Est. — La Compagnie de l'*Est* possède un assez grand nombre de machines à six roues accouplées, du type *Mammouth*, à châssis et cylindres intérieurs avec foyer en porte à faux, construites de 1850 à 1853 et munies, pour la plupart, de chaudières de rechange timbrées à 9 kg. (séries 0.1 à 0.120). Le diamètre des roues est suivant les types, de 1,43 m. ou de 1,46 m. et celui des cylindres de 0,380 m. à 0,420 m. avec une course de 0,600 m. et 0,610 m. ; le poids varie entre 27 t. et 30,5 t. Ce sont, on le voit, des machines peu puissantes réservées d'ailleurs aux lignes d'embranchement. La même Compagnie a encore également en service quelques

machines du même type, à roues de 1,34 m., construites en 1855-56 et pesant avec leurs chaudières actuelles, timbrées à 9 kg., 28,50 t. seulement.

En 1857, on construisit des machines à cylindres extérieurs de 0,420 m. × 0,610 m. et à roues de 1,30 m. qui, modifiées depuis et munies de nouvelles chaudières, pèsent 32,2 t. Ce type n'a pas été reproduit dans la suite, la Compagnie de l'*Est* s'étant tenue à celui des machines à roues de 1,40 m., également à cylindres extérieurs, dont le premier lot fut commandé en 1859 et qui forment aujourd'hui les séries 0,250-0,299; 0,350-0,500; 0,701-0,766. La dernière livraison a été faite en 1884 (fig. 36).

Cette machine est à cylindres extérieurs de 0,440 × 0,660 m. avec tiroirs intérieurs et foyer en porte-à-faux; c'est en somme un type *Bourbonnais*, mais avec un empattement (3,55 m.) et un diamètre de roues (1,40 m.) un peu plus grands. En outre, la plaque tubulaire se trouvant peu en avant du premier essieu et la boîte à fumée étant courte, sa cloison antérieure se trouve notablement en retrait des cylindres.

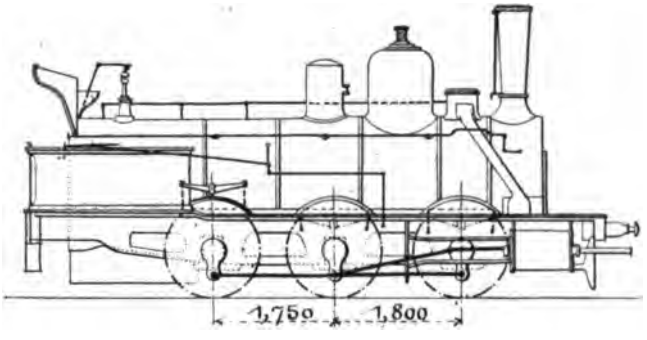


Fig. 36. — Locomotive à marchandises (série 0,250-0,478) des *Chemins de fer de l'Est*.

Dans les derniers types construits, la surface de grille est de 1,63 m² et la surface de chauffe de 110 m². Les tubes, au nombre de 172, ont 4,10 m. de longueur. Le timbre est de 9 kg. La boîte à feu est du type Crampton. Le corps cylindrique, surmonté des soupapes à charge directe, porte un dôme sur l'avant et une boîte contenant le régulateur, à tiroir horizontal avec tuyaux et tringle intérieurs.

Les tiroirs sont intérieurs et actionnés par des coulisses de Stephenson, avec relevage par en dessus.

Le poids total est de 36,60 t. en ordre de marche.

Cette machine est, on le voit, notablement moins puissante que celle de la Compagnie de l'*Ouest*, qui appartient au même type et qui a été décrite plus haut.

En 1892, la Compagnie de l'*Est* fit construire dans ses ateliers quatre locomotives à cylindres intérieurs d'un nouveau type (Mach. 1000 à 1005), dont deux compound à deux cylindres, qui sont très puissantes et d'un bel aspect. Ces locomotives sont à cylindres intérieurs et à châssis extérieur; leurs chaudières sont timbrées à 13 kg.

Le foyer, à berceau cylindrique, est armaturé par des tirants; il passe au-dessus de l'essieu arrière et présente une longueur intérieure de 2,50 m.

et une surface de grille de 2,59 m². Les tubes, au nombre de 190, ont une longueur de 3,90 m. entre plaques. La surface de chauffe est de 120 m². La virole arrière du corps cylindrique porte un dôme de petites dimensions renfermant le régulateur dont les tuyaux de vapeur sont intérieurs à la chaudière. Ce dôme est surmonté de soupapes de sûreté, à charge directe. L'axe de la chaudière est beaucoup plus haut que dans les machines précédentes. La boîte à fumée est formée par le prolongement du corps cylindrique, la porte ronde est à battant unique.

Les cylindres sont intérieurs et inclinés ; ils sont placés en avant des roues, la nécessité de réduire l'empattement, et la présence de longerons extérieurs n'avant pas permis de réduire le porte-à-faux. Les cylindres des compound ont respectivement 0,530 m. et 0,850 m. de diamètre, ceux des autres machines, 0,530 m. pour les unes et 0,470 m. pour les autres. La course est, dans tous les cas, de 0,650 m.

Les roues ont 1,40 m. de diamètre ; les essieux extrêmes sont écartés de 4,22 m. seulement, la longueur de la machine étant de 9,75 m. hors tampons.

Ces machines comportent un abri cintré, couvrant toute la plate-forme, d'ailleurs assez courte. Elles sont munies du frein à air, de manière à pouvoir être attelées aux trains de voyageurs. Les sablières sont placées contre les longerons, sous le tablier, ce qui améliore l'aspect de la machine en dégageant la partie supérieure de la chaudière.

Enfin, en 1896, la Compagnie de l'*Est* fit construire un lot de machines à cylindres égaux (fig. 37), constituant la série 3001-3015. La disposition générale est la même, mais les tiroirs ont été reportés sous les cylindres. Les conditions principales d'établissement sont, comme suit :

Surface de chauffe totale	115,31 m²	Tubes Serve. (Mach. 3001 à 3005 et 3011 à 3015).
	130,70 —	Tubes lisses. (Mach. 3006 à 3010).
Surface de grille		2,59 m²
Timbre		13,00 kg.
Diamètre moyen du corps cylindrique		1,430 m.
Nombre de tubes		190 (Serve) 272 (lisses)
Longueur utile des tubes		3,900 m.
Diamètre des cylindres		0,470 —
Course des pistons		0,650 —
Poids à vide		42,57 t.
Poids en ordre de marche		48,62 —

Compagnie de P.-L.-M. — Le fond du matériel à marchandises de la Compagnie *P.-L.-M.* est constitué par les locomotives à six roues accouplées et à cylindres extérieurs et foyer en porte à faux, ayant eu pour origine un modèle

arrêté en 1855 et connu sous le nom de type *Bourbonnais* (fig. 38). La Compagnie de *Lyon* possède plus de 1 000 machines de ce type que l'on retrouve en outre sur la plupart des réseaux français, en Italie, en Espagne, en Suisse, en Allemagne, en Russie. C'est un bon type de machine à marchandises, com-

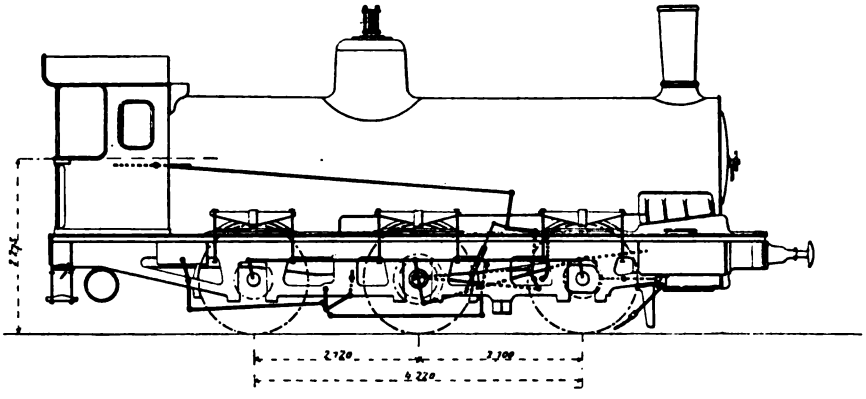


Fig. 37. — Nouvelles locomotives à marchandises (série 3001 à 3015) des *Chemins de fer de l'Est*.

pact, léger et économique, mais qui ne sera plus guère reproduit dans la suite car il n'est pas très puissant ; le foyer, étant en porte-à-faux, ne saurait être de très grandes dimensions. Tel que, il peut remorquer en palier un train de 1 000 t. à la vitesse de 25 km. à l'heure et, en rampe de 20 mm. à la même vitesse, un train de 115 t.

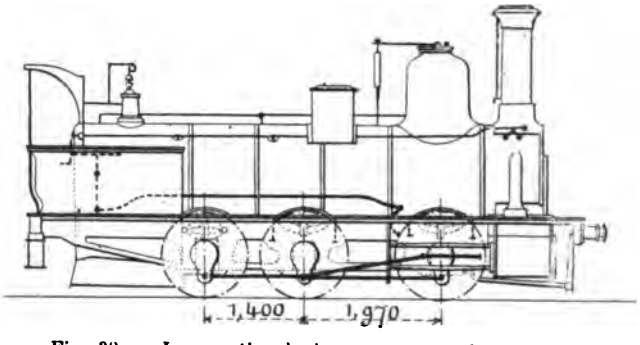


Fig. 38. — Locomotive à six roues accouplées (type *Bourbonnais* ; série 1513 à 2457).

La boîte à feu, à berceau cylindrique, a 1,52 m. de longueur extérieure et présente une surface de grille de 1,34 m². Le ciel est supporté par des fermes longitudinales suspendues en deux points au berceau.

Les tubes, au nombre de 177, ont 4,25 m. de longueur entre plaques. La surface de chauffe totale est de 176 m².

Le corps cylindrique est composé de trois viroles assemblées à recouvrement et présentent un diamètre moyen de 1,36 m. en chiffres ronds. La virole avant porte un dôme de grandes dimensions renfermant le régulateur et portant deux soupapes de sureté à balance. La boîte à fumée est formée par le prolongement du corps cylindrique.

Le timbre est de 9 kg.

Les cylindres (0,450 × 0,650 m.) sont extérieurs, mais les boîtes à tiroir et tout le mécanisme de distribution sont placés entre les longerons. Les coulisses sont du type Stephenson ; relevage par dessus avec manœuvre, à vis montée sur chevalet.

Les trois essieux sont placés sous le corps cylindrique ; les roues ont 1,30 m. de diamètre ; l'empattement n'est que de 3,37 m. Les longerons sont intérieurs aux roues. Les ressorts de suspension sont indépendants et placés au-dessus des boîtes ; la présence du foyer ne permettant pas de donner aux ressorts de l'essieu arrière une longueur suffisante, on a adopté pour cet essieu des ressorts à pincette.

La sablière, l'abri et tous les accessoires sont du type uniforme adopté pour toutes les machines de la Compagnie jusqu'en ces dernières années.

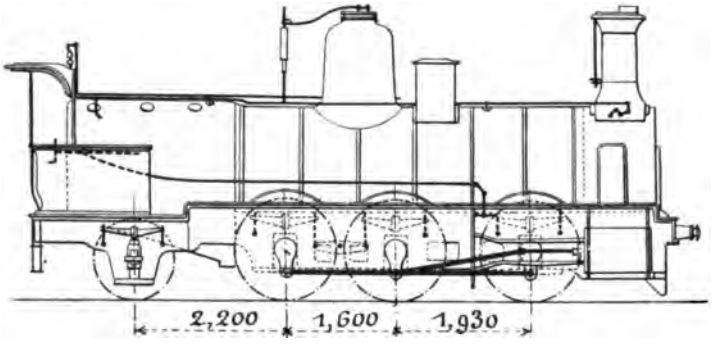


Fig. 39. — Locomotive à trois essieux (série 3001 à 3140) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

La Compagnie de *Lyon* possède aussi un assez grand nombre de machines à six roues accouplées à châssis et à cylindres intérieurs (séries 1001-1054 ; 1224-1308) du type *Mammouth*, construites de 1849 à 1860 et montées sur des roues de 1,40 m. à 1,50 m. de diamètre. Elles ont un empattement de 3,43 m. à 3,50 m. et des cylindres dont le diamètre varie de 0,420 m. à 0,440 m. et la course de 0,600 m. à 0,640 m.

Les plus puissantes ont une surface de grille de 1,35 m² et pèsent 34,7 t. en service. Certaines font encore le service des trains mixtes ou des trains ordinaires de voyageurs sur les lignes d'embranchement à profil difficile.

En 1881, la Compagnie, désireuse de porter la vitesse effective de certains trains de marchandises à 35 km. à l'heure, étudia et fit construire un nouveau type de locomotive à huit roues dont six accouplées (fig. 39), qui peut être considéré comme un type *Bourbonnais* très renforcé et muni d'un essieu porteur, et qui, d'autre part, est traité dans le même style que les machines express (série 111-400) datant de la même époque.

Le foyer, du type Belpaire, a la même longueur que dans la machine à grande vitesse, mais il est plus large en haut, le diamètre du corps cylindrique étant de 1,40 m. au lieu de 1,29 m. La surface de grille est de 2,22 m². Les tubes, au nombre de 200, ont 5,02 m. de longueur utile et la surface de chauffe totale est de 155,66 m.². La chaudière est timbrée à 10 kg.

Tous les accessoires de la chaudière, prise de vapeur, tringlage, régulateur, appareils de sûreté, échappement, sont conformes à ceux de la machine express.

La même remarque s'applique au mouvement. Les cylindres sont extérieurs et les tiroirs avec tout le mécanisme de distribution sont intérieurs. Comme dans les machines 111-400, le volume des cylindres est considérable, leur diamètre est de 0,540 m. et la course des pistons est de 0,650 m.

Les longerons sont intérieurs. Les trois essieux accouplés sont placés sous le corps cylindrique entre les cylindres et le foyer. L'essieu porteur passe sous le foyer, vers le milieu. Les ressorts de tous les essieux sont placés au-dessus des boîtes, ceux des deuxième et troisième essieux sont conjugués par des balanciers longitudinaux.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,50 m. et les roues porteuses de 1,20 m. L'empattement total est de 5,73 m., mais les essieux extrêmes ont un jeu latéral de 0,016 m. de chaque côté.

Cent machines de cette série sont munies du frein à air, ce qui permet de les atteler aux trains de voyageurs. Avec les appareils de frein elles pèsent 52 t. en ordre de marche ; le poids adhérent est de 42,3 t.

Ce type de locomotive n'a pas été reproduit depuis sa création.

Compagnie de Paris à Orléans. — Le matériel de cette Compagnie comprend des locomotives à six roues accouplées et à tender séparé appartenant à des types assez distincts et destinés, les uns au service ordinaire des marchandises, les autres au service des trains mixtes ou des trains accélérés de marchandises. Dans le premier cas, elles sont montées sur des roues de 1,35 m., dans le second, sur des roues de 1,50 m. à 1,60 m.

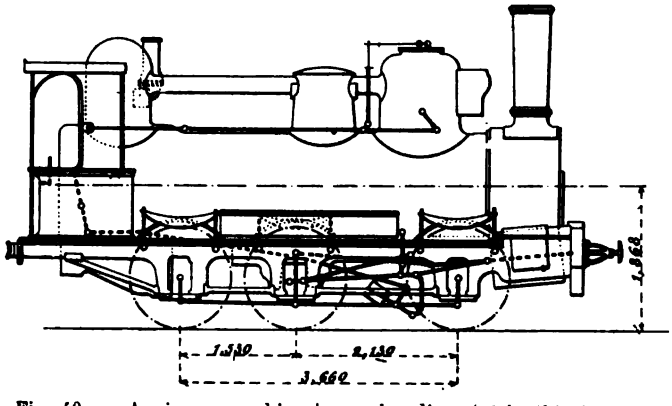


Fig. 40. — Ancienne machine à marchandises (série 658-719), transformée avec nouvelle chaudière à deux dômes, du *Chemin de fer d'Orléans.*

On trouve encore en service, mais munies de chaudières modifiées, un grand nombre de locomotives à roues de 1,35 m. construites de 1854 à 1858, d'après les plans de M. C. Polonceau, à cylindres intérieurs, avec châssis, boîtes à tiroir et distribution extérieure (fig. 40). Le foyer est en porte à faux. Il existe deux séries de ces machines (M. 658-719 ; 720-791) différant légèrement par l'empattement (3,66 m. et 3,52 m.) possédant des cylindres

de 0,420 m. de diamètre avec une course de 0,650 m. ; originairement les surfaces de grille et de chauffe étaient respectivement de 1,11 m² et 1,24 m², de 121 m² et 135,6 m² et le poids en charge de 29 t. et 30,5 t. Ces locomotives ont reçu des chaudières de rechange de trois types adoptés le premier en 1875, le second en 1888, le troisième en 1893, et timbrées à 8 et 10 kg. ; pour quelques-unes le timbre a été porté à 15 kg. Avec le dernier type de chaudière à deux dômes, elles pèsent 36 t. en ordre de marche.

Le type, dont le dernier spécimen a été mis en service en 1886, qui forme la plus grande partie de l'effectif à marchandises de la Compagnie d'*Orléans* a été étudié en 1862 ; le premier lot fut construit à cette époque par la maison Kœchlin. Il diffère très peu du modèle adopté un peu plus tard par la Compagnie de l'*Ouest* que nous avons examiné plus haut. C'est une machine à trois essieux disposés sous le corps cylindrique, entre le foyer, placé en porte à faux et les cylindres, extérieurs ; les longerons sont intérieurs, le mécanisme de distribution est entièrement extérieur (fig. 41). Ces machines (942 à 996 ; 601 à 640) appartiennent à plusieurs séries présentant quelques différences de détail, ayant toutes des roues de même diamètre (1,35 m.) et le même empattement (3,43 m.) Les premières séries, construites de 1863, à 1865 ont des cylindres de 0,450 m. de diamètre ; les autres ont des cylindres de 0,480 ; la course est dans tous les cas, de 0,650 m. Originairement, la surface de grille était de 1,51 m² ; la surface de chauffe totale varie de 143 à 151 m² et le poids en service de 36 à 37 t. Dans les types de 1876-1886 on a diminué la longueur du foyer et ramené la surface de grille à 1,42 m² ; la surface de chauffe est de 147 m² avec un poids en charge de 38 t. à 38,5 t. Dans tous ces types, la chaudière est en fer et timbrée à 8 kg.

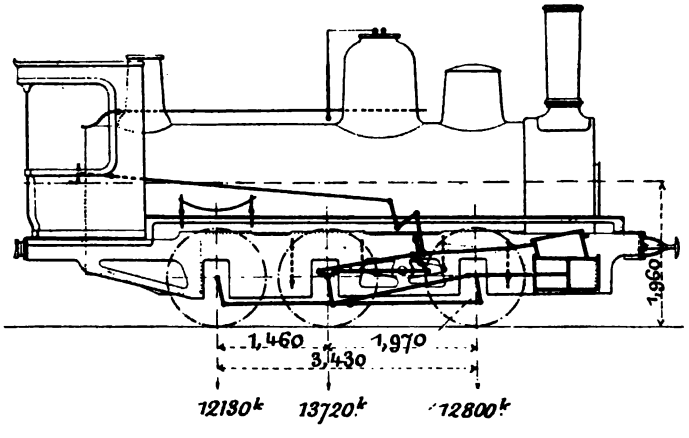


Fig. 41. — Locomotive à marchandises (série 601-640 et 942-996) du *Chemin de fer d'Orléans*.

Le foyer est profond et du type Ten Brinck ; le corps cylindrique a un diamètre de 1,38 m., le nombre des tubes varie de 206 à 214 et leur longueur de 4,25 m. à 4,39 m. Le régulateur est placé dans un dôme de grand volume, surmonté de soupapes à balance et placé vers le milieu du corps cylindrique. Tous les accessoires sont des types adoptés par la Compagnie aux

différentes époques de la construction. Dans le type de 1886 on a relevé le tablier qui se trouve placé au-dessus des roues.

Les machines appartenant à la première série reçoivent depuis 1893 une chaudière de rechange en acier, à deux dômes, du type adopté aujourd'hui pour tout le matériel, timbrée à 10 kg. et présentant respectivement des surfaces de grille et de chauffe de 1,61 m² et de 158,22 m². Le poids total en charge des machines munies de cette chaudière est cependant inférieur à celui des types construits de 1870 à 1886, timbrés seulement à 8 kg.

Une trentaine de machines de cette classe ont été munies du réchauffeur Lencauchez et trois d'entre elles, en 1893, de la distribution à quatre obturateurs sans déclic.

Les premières machines à six roues accouplées spécialement étudiées en vue du service des trains de voyageurs ont été construites en 1860 par l'usine Cail pour la Compagnie d'*Orléans*. Montées sur des roues de 1,53 m. elles étaient à cylindres extérieurs à adhérence totale et pesaient 34 t. en ordre de marche; avec les accessoires ajoutés depuis, le frein à air, etc., leur poids s'est élevé dans la suite à 36,40 t. La surface de grille était de 1,47 m² et la surface de chauffe de 133,54 m²; timbre : 7,5 kg., empattement : 3,48 m. Ce type fut reproduit en 1864, mais on le munit d'une chaudière un peu différente adoptée à ce moment pour toutes les machines; le dôme était reporté à l'avant et le foyer était un peu raccourci, la surface de grille se trouvant ramenée à 1,41 m².

Ces deux types de locomotives diffèrent surtout de ceux qui ont été construits dans la suite pour la Compagnie d'*Orléans* en ce que les tiroirs et le mécanisme de distribution étaient placés entre les longerons. C'était en somme un type *Bourbonnais* renforcé et monté sur des roues un peu plus grandes.

En 1866, la Compagnie transforma en machines à six roues accouplées de 1,60 m. quelques anciennes locomotives du type mixte originairement à deux essieux accouplés sur l'avant et à châssis extérieur, construites par M. C. Polonceau en 1856.

Enfin, en 1875, la Compagnie d'*Orléans* construisit dans ses ateliers des machines à six roues accouplées de 1,60 m. (Mach. 1566-1575) à cylindres et distribution extérieurs, semblables dans l'arrangement général et le style de la construction aux machines à marchandises de la même époque citées plus haut.

Le foyer, en porte à faux, est du type Ten Brinck et présente une surface de grille de 1,51 m² et une surface de chauffe de 150 m²; timbre 8 kg. Les cylindres ont 0,480 m. de diamètre avec une course de piston de 0,600 m.; l'empattement est de 3,70 m. et le poids en charge ressort à 38,50 t. Ce type fut reproduit en 1881-1883, puis en 1886 avec quelques modifications de détail,

conformes à celles qui avaient été adoptées vers la même époque pour les machines à marchandises à roues de 1,35 m. (fig. 42).

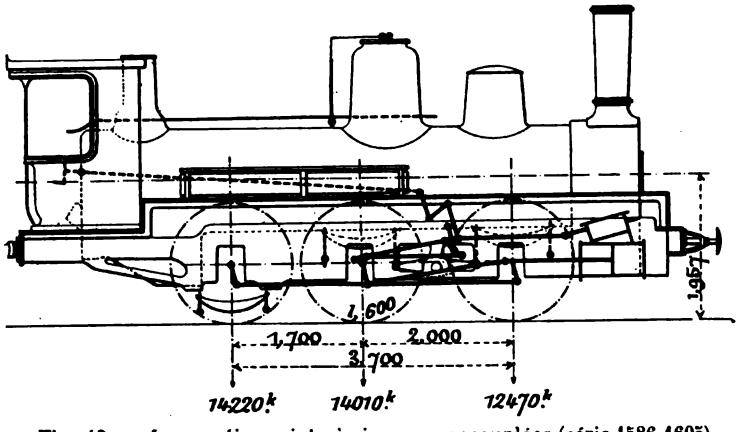


Fig. 42. — Locomotive mixte à six roues accouplées (série 1586-1605) du *Chemin de fer d'Orléans*.

Le timbre a été porté à 9 kg. ; la surface de grille a été réduite à 1,47 m² ; même empattement, mêmes roues, mêmes cylindres et mécanisme que dans le type précédent ; le poids en service est un peu plus grand : 40,70 t. avec le frein à air.

Enfin, la Compagnie d'*Orléans* a étudié, en 1885, un type de machine à adhérence partielle, de plus grande stabilité et de puissance plus considérable que les précédents, destiné à faire le service des trains de voyageurs

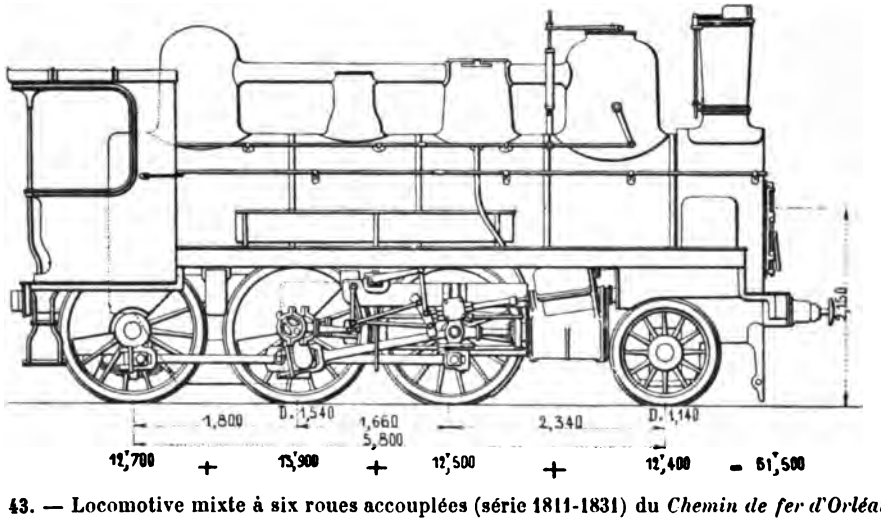


Fig. 43. — Locomotive mixte à six roues accouplées (série 1811-1831) du *Chemin de fer d'Orléans*.

sur les lignes les plus accidentées de son réseau, présentant des rampes de 20 à 25 mm. et des courbes de 250 m. de rayon. Ce type (fig. 43) a été reproduit avec quelques modifications de détail, de 1888 à 1892 ; il forme aujourd'hui la série 1801-1831 ; la machine N° 1825 figurait à l'Exposition de 1889.

Les locomotives de ce type remorquent sur ces lignes, à la vitesse nomi

nale de 50 km. à l'heure, des trains dont la charge atteint 125 t. et la vitesse réelle, sur les rampes de 25 mm., 35 km. à l'heure.

Cette locomotive comporte quatre essieux dont un porteur à l'avant et trois accouplés placés l'un vers l'arrière du foyer et les deux autres à l'avant, l'essieu moteur étant au milieu.

Les cylindres et le mécanisme sont placés à l'extérieur. Les cylindres sont placés à l'arrière des roues d'avant.

Le mécanisme de distribution est du type Stephenson, modifié dans les derniers types, munis de tiroirs oscillants dits : « tiroirs-pendules », ayant pour but de réaliser une réduction du frottement résultant de l'emploi des hautes pressions.

Le foyer est du système Ten Brinck, avec trémie de chargement et bouilleur en cuivre.

La chaudière, dont le timbre a été porté à 11 kg., est munie de deux dômes réunis par un tuyau de communication comme dans les autres machines récentes de la même Compagnie.

Les deux viroles d'avant du corps cylindrique sont en acier de 0,013 m. d'épaisseur ; le reste de la chaudière est en tôle de fer ; les tubes sont en laiton.

Deux soupapes à balances sont placées sur le dôme d'avant et deux soupapes à charge directe sont posées sur la dernière virole.

Les deux essieux du milieu sont chargés par un ressort commun suspendu à une poutre longitudinale ; les ressorts de l'essieu d'avant sont reliés à l'une de leurs extrémités par un balancier transversal.

Le passage dans les courbes est facilité par deux dispositifs spéciaux :

D'une part, les boîtes de l'essieu d'avant, munies d'un double système de plans inclinés dans deux directions perpendiculaires, permettent une certaine convergence de l'essieu ;

D'autre part, l'attelage avec le tender comporte des tampons obliques dont les surfaces de contact sont tracées avec un arc de cercle ayant pour centre le milieu de la locomotive et une barre d'attelage dont l'axe converge toujours vers ce même centre, grâce à l'adjonction d'un galet mobile latéralement, placé sur la machine.

Enfin, l'usure des boudins des roues d'avant est atténuée par un dispositif qui assure leur graissage dans la partie en contact avec le rail.

Les divers accessoires : sablière, robinetterie, etc., sont du même modèle que ceux adoptés pour les machines à grande vitesse du dernier type.

Le tender, à deux essieux, ne contient que 6 m³ d'eau afin que le poids mort soit réduit au minimum, en vue du service sur les lignes à fortes rampes. Ces machines sont munies du frein à air.

Les conditions principales des machines de ce type sont les suivants :

Surface de grille	1,74 m²
— de chauffe	174,65 —
Timbre	11,00 kg.
Diamètre des cylindres	0,480 m.
Course des pistons	0,600 —
Diamètre des roues accouplées	1,500 —
Empattement total	5,800 —
— fixe	3,460 —
Poids en charge	51,50 t.
— adhérent	39,10 —

Compagnie du Midi. — Outre quelques anciennes machines à cylindres intérieurs ou extérieurs montées sur des roues de 1,51 m., 1,44 m. et 1,31 m., et pesant en charge de 32 à 36 t. la Compagnie du *Midi* possède un très grand nombre de locomotives à six roues accouplées et à cylindres extérieurs, dont le type date de 1866 et figure dans l'ouvrage de M. Couche. Ces machines, qui portent les nos 801 à 1063, etc. (fig. 44), offraient cette particularité qu'elles avaient été étudiées en vue de l'application possible de roues de 1,61 m. ou de 1,31 m. de diamètre, selon le service à effectuer. Les parties accessoires du châssis étaient disposées, en conséquence. Dans la suite, on a renoncé à cette transformation et toutes ces locomotives sont actuellement montées sur des roues de 1,61 m. Ce sont donc des machines mixtes, convenant à la traction des trains ordinaires de voyageurs, très semblables d'ailleurs aux machines à six roues accouplées de la Compagnie d'*Orléans* décrites plus haut (série 1500).

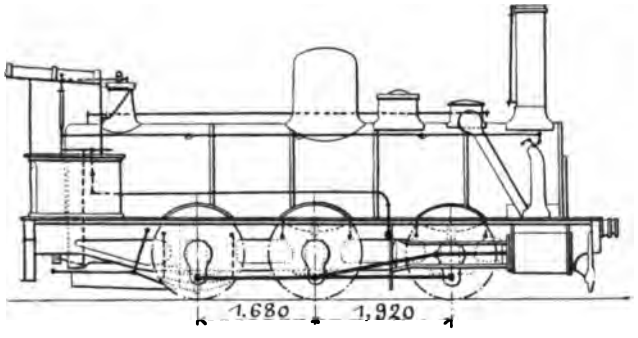


Fig. 44. — Locomotive à six roues accouplées (série 801 à 1063) des *Chemins de fer du Midi*. Ces machines sont aujourd'hui montées sur des roues de 1,610 m.

Le foyer est en porte à faux ; il est du type Crampton, avec fermes transversales s'appuyant sur des corbeaux rivés à l'enveloppe. La surface de grille est de 1,46 m² et la surface de chauffe de 131 à 158 m², suivant les séries. La longueur des tubes entre plaques est de 4,45 m. Le timbre est de 8,5 kg.

Un grand dôme de prise de vapeur, placé vers le milieu de la chaudière, communique par un tuyau intérieur, avec un régulateur du type Crampton situé à l'avant, dans une boîte extérieure spéciale.

Les cylindres (0,450 m. × 0,650 m.) sont extérieurs et horizontaux ; les tiroirs et le mouvement de distribution sont intérieurs. Coulisses de

Stephenson, avec relevage par en dessus. Changement de marche à vis, à balancier.

Les longerons sont intérieurs. Les trois essieux sont placés sous le corps cylindrique. Les ressorts des deux premiers essieux sont situés au-dessus des boîtes, ceux de l'essieu arrière se trouvent au contraire sous les boîtes, à cause du voisinage du foyer.

Ces locomotives pèsent de 37 à 39 t. en charge, suivant les accessoires dont elles sont munies et selon qu'elles comportent ou non le frein à air. Elles sont toutes actuellement munies d'un abri à colonnettes du type ordinaire de la Compagnie, sans joues latérales.

Le tender qui les accompagne, est à quatre roues et porte 6 500 l. d'eau et 3 t. de combustible ; il pèse 19,55 t. en ordre de marche.

Cette même Compagnie a mis en service en 1896, à titre d'essai, trois nouvelles locomotives compound à bogie et à six roues accouplées et qui ont été décrites en détail dans la *Revue générale des Chemins de fer*[1]. L'une d'elles, destinée au service des trains de voyageurs, sur la ligne très accidentée de Béziers à Neussargues, comprenant quelques rampes exceptionnelles de 27 et 33 mm. et de nombreuses rampes de 12 à 18 mm., possède des roues accouplées de 1,60 m. de diamètre; les autres, appelées à remorquer les trains express sur la ligne de Toulouse à Bayonne, qui comporte de nom breuses rampes de 4 à 15 mm et deux rampes exceptionnelles de 20 et 32 mm., sont montées sur des roues de 1,75 m. (fig. 45 et 46).

La première de ces locomotives (Mach. 1401) (fig. 47) construite comme les deux autres dans les ateliers de la *Société alsacienne*, a été étudiée d'après le programme suivant : remorquer un train de 100 t. à la vitesse de 30 km. à l'heure sur les déclivités exceptionnelles de 33 mm. par mètre, 160 t. aux vitesses des trains actuels (exigeant la double traction avec les anciennes locomotives de la série 801) sur les parcours qui ne comportent pas de déclivités exceptionnelles, le renfort restant assuré sur ces dernières par les machines 801 qui peuvent y remorquer 60 t. ; la puissance des deux machines est aussi complètement utilisée. Le programme comprenait en outre la possibilité de réaliser des vitesses effectives de 80 km. à l'heure, sur les parties faciles du parcours.

Comme dispositions, la machine 1401 ne diffère pas matériellement de la locomotive compound à six roues accouplées et à bogie, à quatre cylindres étudiée et construite en 1893 par M. de Glehn pour l'*Etat badois*.

Les six roues accouplées, de 1,60 m., présentant un empattement fixe de 3,90 m. sont précédées d'un bogie à roues de 0,85 m. portant l'empattement total à 7,60 m.

[1] Numéro de septembre 1896.

Les cylindres à haute pression, extérieurs et inclinés, sont placés entre le premier essieu accouplé et les roues arrière du truck ; ils actionnent le second essieu accouplé.

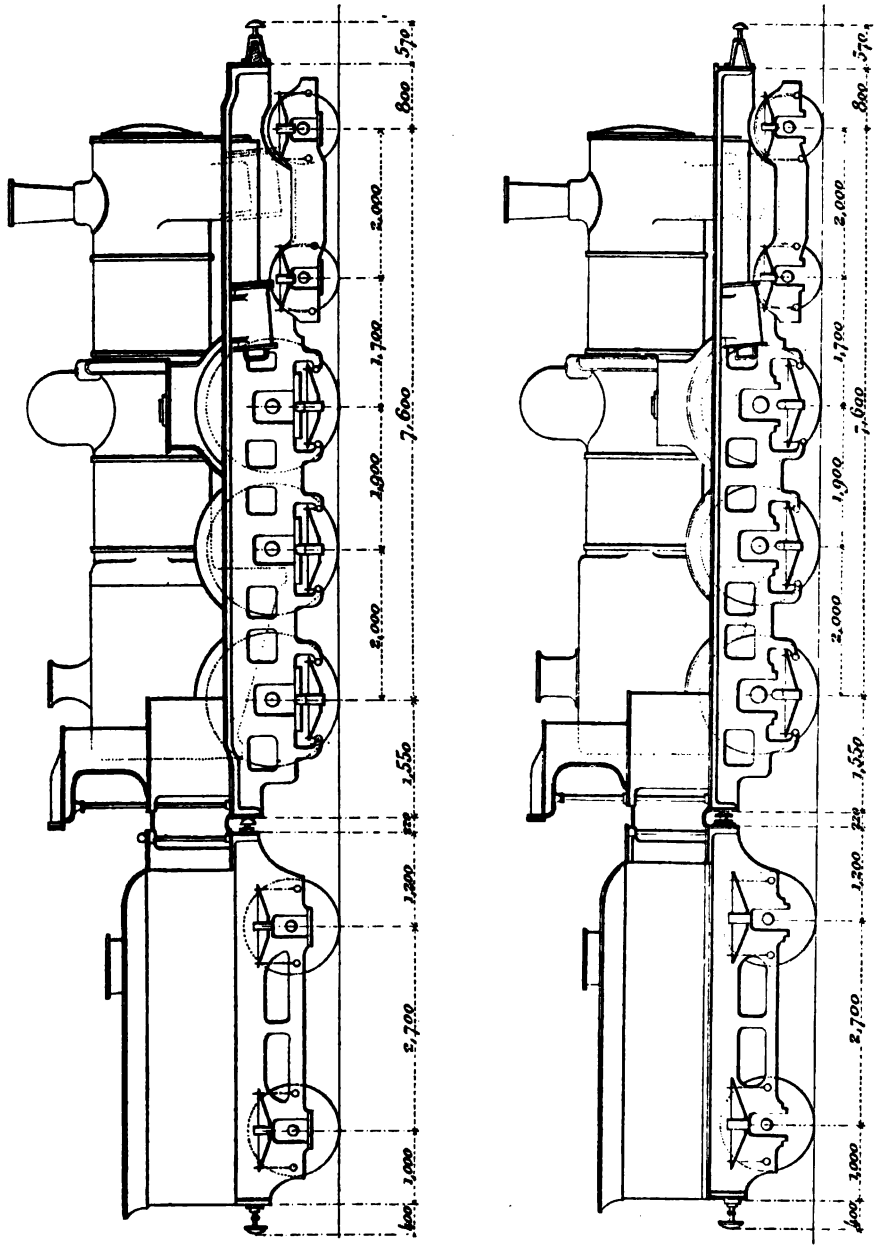


Fig. 45 et 46. — Locomotives compound à quatre cylindres, à six roues accouplées de 1,750 m. et 1,460 m. respectivement, des *Chemins de fer du Midi*.

Les cylindres à basse pression, également inclinés, sont placés entre les longerons, sous la boîte à fumée et actionnent le premier essieu accouplé.

L'essieu arrière, simplement accouplé, est placé sous le foyer dont la grille est inclinée.

La chaudière, en acier, est timbrée à 14 kg. Munie de tubes à ailettes, elle présente une surface de chauffe totale de 194,91 m², en tenant compte de la surface des ailettes et de 112,48 m² à l'extérieur.

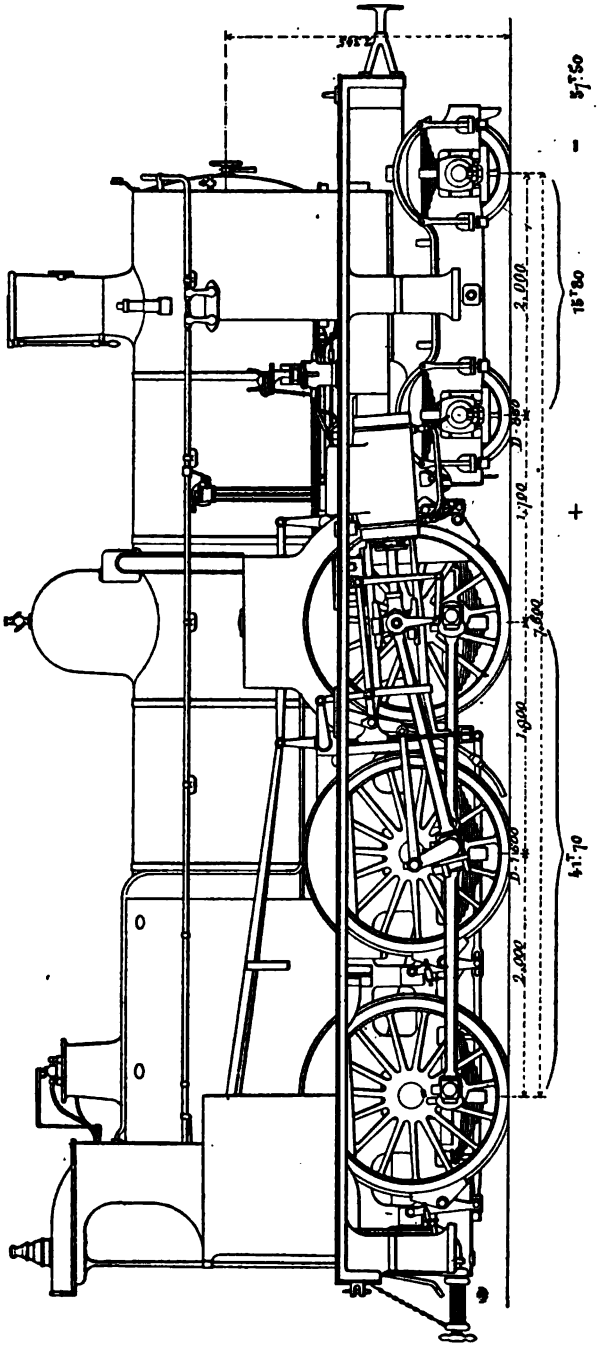


Fig. 47. — Locomotive compound à six roues accouplées et à bogie des *Chemins de fer du Midi.*

La surface de grille a été portée à 2,46 m², ce qui permet, en conservant à la chauffe une allure réduite de 350 kg. par mètre carré de grille, d'assurer une vaporisation de 8 500 l. par heure, ce qui, pour une machine compound, correspond très approximativement à un travail moyen de 850 chevaux indiqués.

La boîte à feu est du type Belpaire ; sa longueur extérieure est de 2,60 m. Le corps cylindrique, d'un diamètre moyen intérieur de 1,38 m., renferme 112 tubes Serve de 0,07 m. de diamètre extérieur et de 4,10 m. de longueur entre plaques.

La boîte à fumée est établie conformément aux dernières dispositions adoptées par la Compagnie du *Midi*, pour éviter la projection au dehors des escarbilles incandescentes ; elle est prolongée sur l'avant et munie d'une grille en toile métallique.

Les cylindres à haute pression ont un diamètre intérieur de 0,350 m. et les cylindres à basse pression un diamètre de 0,640 m. ; la course, commune, est de 0,640 m. Le rapport des volumes est

de 2,469. Une soupape de sûreté limite à 6 kg. la pression dans le réservoir intermédiaire. Le dispositif adopté en vue de faciliter le démarrage est semblable à celui qui a été appliqué en premier lieu aux express à quatre cylindres de la Compagnie du *Nord*.

Les distributions sont du système Walschaërt et le changement de marche à vis est du type appliqué aux machines express compound à quatre cylindres de la Compagnie de l'*Ouest*.

Pour que cette locomotive puisse fonctionner à contre-vapeur, à la descente des rampes, elle a été pourvue des appareils nécessaires pour injecter un mélange de vapeur et d'eau dans la tuyère d'échappement et dans le réservoir intermédiaire. Le fonctionnement en contre-vapeur est prévu en com-

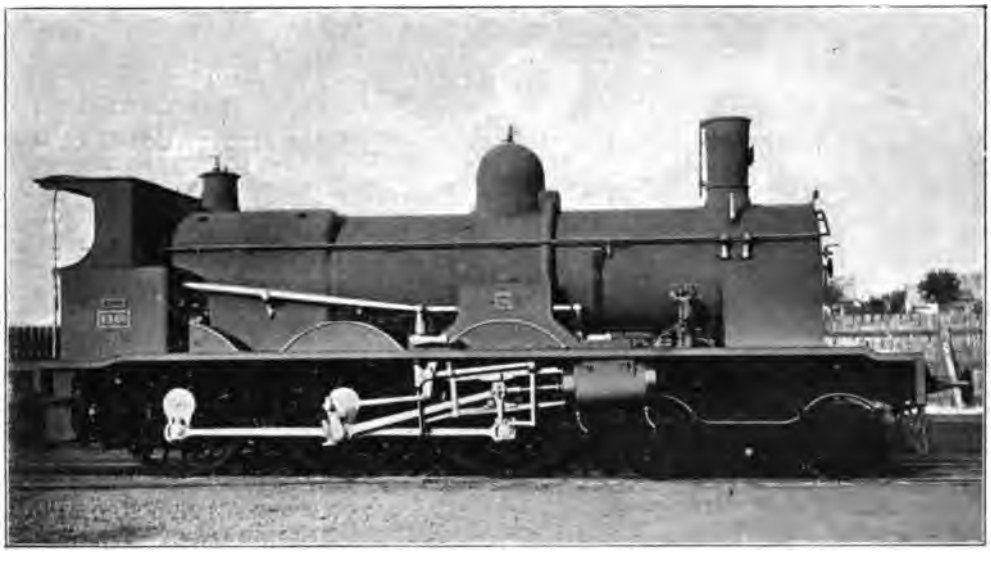


Fig. 48. — Locomotive compound, à six roues accouplées et à bogie des *Chemins de fer du Midi*.

pound, c'est-à-dire que les petits cylindres aspirent dans le réservoir le mélange de vapeur et d'air refoulé par les grands cylindres.

Les longerons ont 28 mm. d'épaisseur et sont solidement entretoisés. Le bogie est semblable à celui des express compound du *Nord;* mais il comporte un jeu latéral de 30 mm. dans chaque sens, contrôlé par deux ressorts à boudin possédant une bande initiale de 1 300 kg.

L'essieu coudé est du type Worsdell modifié, déjà appliqué aux derniers types de machines à grande vitesse de la Compagnie du *Nord*.

Cette locomotive est munie du frein Wenger, de la sablière à vapeur et d'un indicateur de vitesse du système Hausshaelter. Elle est accompagnée par un tender à deux essieux, dont la contenance, en vue de la circulation sur les lignes à fortes rampes, a été réduite à 9 000 litres.

Cette puissante machine pèse 52,30 t. à vide et 57,50 t. en charge, dont 41,70 t. disponibles pour l'adhérence. Le tender pèse 24,40 t. avec les approvisionnements au complet.

Les machines à roues de 1,75 m., (1301 et 1302) (fig. 48) ne diffèrent des précédentes que par le diamètre de leurs roues et par la plus grande élévation de la chaudière (2,42 m., de l'axe du corps cylindrique au rail, au lieu de 2,34 m.). Elles peuvent soutenir facilement une vitesse de 90 km. à l'heure.

Ces machines, soumises à divers essais, tant par la Compagnie du *Nord* que par celle du *Midi*, ont fait preuve de puissance et de stabilité, leur fonctionnement est en outre économique. C'est en somme un type très réussi et qui promet de se répandre. La Compagnie du *Nord* a commandé en 1897 un lot important de machines analogues pour le service de ses trains lourds de voyageurs ou de marchandises accélérés.

Chemins de fer de l'Etat. — Cette administration possède deux types principaux de machines à six roues accouplées à adhérence totale, d'ailleurs très semblables dans leurs grandes lignes, montés l'un sur des roues de 1,32 m. (Mach. 3139 à 3206) (fig. 49), l'autre sur des roues de 1,51 m. (Mach. 3 061 à 3 100; 3 500 à 3 569) (fig. 50).

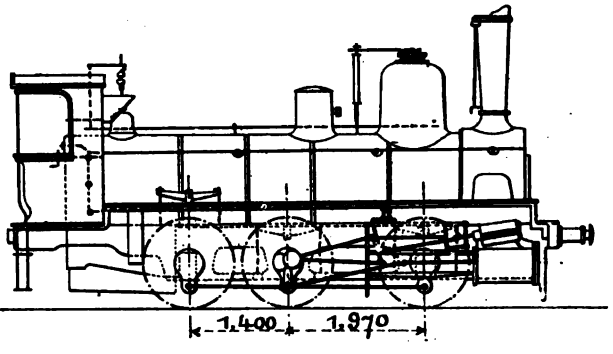


Fig. 49. — Locomotive à marchandises, à six roues accouplées (série 3139-3206) des *Chemins de fer de l'État français.*

Le premier type destiné au service des marchandises a été étudié en 1874 par la Compagnie des *Charentes* et se rapproche du type *Bourbonnais* du *P.-L.-M.* par l'appareil de vaporisation, le diamètre des roues et l'écartement des essieux et de celui de la Compagnie d'*Orléans* par les autres parties, notamment le châssis et le mécanisme.

Ce dernier est entièrement extérieur; la distribution est effectuée par des coulisses droites d'Allan avec relevage par dessus et manœuvre à vis à balancier. Les cylindres ont un diamètre de 0,450 m. et les pistons une course de 0,650 m. Le timbre est de 9 kg.

La surface de grille est de 1,38 m². et la surface de chauffe de 122,49 m².

Les longerons sont intérieurs; les trois essieux sont placés sous le corps cylindrique. Les six ressorts sont indépendants.

Ces machines sont munies d'un abri complet à colonnettes. Tous les appareils accessoires sont du type adopté par les chemins de fer de l'*État* pour toutes leurs machines : régulateur à tuyaux intérieurs placé dans un dôme

d'assez grandes dimensions situé à l'extrême avant du corps cylindrique et portant les soupapes à balance. Colonnette à l'arrière pour les prises de vapeur des injecteurs, le sifflet, etc.

Le poids en ordre de marche est de 36,40 t. dans les dernières constructions (1882).

La machine à roues de 1,51 m. rappelle dans son ensemble la locomotive de la Compagnie du *Midi* citée plus haut, mais elle est notablement moins puissante; elle appartient à un type qui avait été adopté en 1866 par la Compagnie des *Charentes* (construit à Grafenstaden), puis modifié dans quelques détails par le chemin de fer de la *Vendée* (substitution de la coulisse de Gooch à la coulisse droite, etc.).

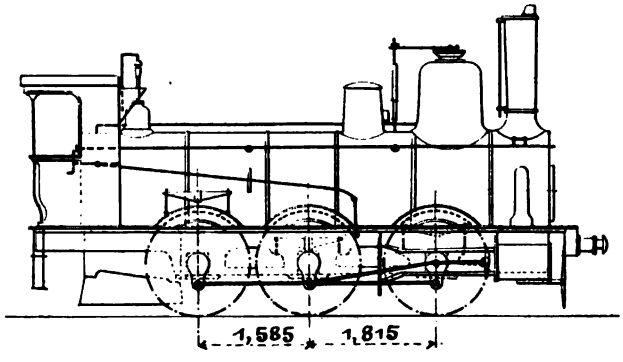


Fig. 50. — Locomotive mixte à six roues accouplées des *Chemins de fer de l'État français* (séries 3061-3100 et 3500-3569).

La boîte à feu, du type Crampton, est en porte à faux; la grille légèrement inclinée présente une surface de 1,21 m² dans les plus anciennes machines, et de 1,35 m² dans les plus récentes. La surface de chauffe totale est de 102 m² environ, et le timbre, de 9 kg. Le dôme, placé à l'avant, renferme un régulateur à col de cygne et à tiroir légèrement incliné. Les organes principaux et les accessoires sont du même type que dans la machine précédente. Toutefois, les cylindres restant extérieurs, la distribution est reportée entre les longerons. Les cylindres ont 0,420 m. de diamètre avec une course de piston de 0,600 m. (les machines type 1883 ont des cylindres de 0,470 m. × 0,600 m).

Le poids en ordre de marche est de 33,50 t. avec les appareils de frein à air.

Plusieurs machines de cette série ont été munies de tiroirs cylindriques du système Ricour.

30. Locomotives à huit roues accouplées. — Ces machines, nous l'avons vu, sont usitées en France par toutes les Compagnies, celle de l'*Ouest* exceptée dont le réseau est généralement facile et qui préfère les machines à six roues accouplées de diamètre relativement grand. Les locomotives à quatre essieux accouplés sont en réalité des machines destinées au service des marchandises sur les lignes à profil difficile, mais la Compagnie du *Nord* les emploie sur ses grandes lignes pour le service régulier des marchandises. D'autre part, la Compagnie de *Lyon* a créé récemment un type nouveau monté sur des roues

de 1,50 m. qui est destiné à faire le service de machine mixte, mais avec des trains très lourds ou sur des lignes très accidentées.

Les locomotives à huit roues accouplées usitées par les différentes Compagnies françaises présentent entre elles une grande analogie due surtout à ce qu'étant toutes à adhérence tolale elles ne peuvent offrir plusieurs combinaisons pour la disposition des essieux. Elles sont invariablement à cylindres et distribution extérieure. Elles dérivent toutes plus ou moins des Engerth, mais peuvent se rattacher à trois types principaux peu différents d'ailleurs : le type *Nord* dans lequel le foyer se trouve placé au-dessus de l'essieu arrière; le type *Est*, repris par *P.-L.-M.*, puis par l'*État*, dans lequel le foyer, plus large que l'écartement intérieur des bandages, est reporté à l'arrière de la quatrième paire de roues, avec un porte à faux considérable exigeant dans certaines de ces machines l'emploi d'un lest de 800 à 1 800 kg. placé dans la traverse avant, et destiné à assurer une répartition convenable; le type *Orléans* et *Midi* dans lequel le foyer est simplement en porte à faux à l'arrière du dernier essieu.

Le porte à faux des machines à foyer élargi est considérable et, bien que cet inconvénient ne soit pas très grave pour des machines destinées à une marche lente, nous pensons qu'on n'aurait plus recours aujourd'hui à cette disposition, qui a été adoptée à une époque où l'on craignait avant tout d'élever le centre de gravité. Les récentes machines compound de la Compagnie de *P.-L.-M.* sont très améliorées sous ce rapport, le foyer passant, comme dans les locomotives du type *Nord*, au-dessus de l'essieu arrière. Si même on désirait actuellement munir ces machines de foyers élargis, nous croyons que l'on préfererait, à l'ancienne disposition avec grand porte à faux, faire passer la grille au-dessus des roues, pourvu que celles-ci soient de petit diamètre, à l'instar des Américains et des Belges. La Compagnie de l'*Est* a d'ailleurs ainsi transformé une de ses Engerth, mais le foyer passe au-dessus d'une paire de roues porteuses ajoutée à l'arrière et dont le diamètre n'est que de 0,96 m. Cette disposition n'aurait aucun inconvénient même si les roues avaient un diamètre plus grand, les Américains l'emploient avec des roues de 1,80 m.; il est vrai que le foyer se trouve alors extrêmement plat et ne convient plus guère que pour des combustibles très maigres comme l'anthracite de Pensylvanie.

De toutes les machines usitées sur nos réseaux, ce sont les locomotives à quatre essieux accouplés qui ont subi le moins de modifications et de perfectionnements dans ces dernières années, si l'on excepte les nouveaux types compound de la *Compagnie P.-L.-M.* C'est qu'en effet ce type présente une puissance qui est généralement considérée comme suffisante pour les besoins de la pratique et a atteint à peu près, et cela presque dès l'origine, la dernière expression dont il est susceptible à moins de recourir aux dispositions

dont nous parlions plus haut, l'addition d'un cinquième essieu porteur ou d'un bogie et l'élargissement du foyer passant au-dessus d'une paire de roues. Il paraît, en effet, inadmissible de placer en porte à faux un foyer ayant une surface de grille notablement supérieure à 2 m².

Les locomotives à huit roues accouplées sont les plus puissantes dont on se serve en France, mais seulement en ce qui concerne la charge remorquée à petite vitesse, non le travail qu'elles sont capables de développer. Si en effet elles possèdent de grands cylindres et un poids adhérent considérable, leur surface de grille en revanche est souvent inférieure à celle des machines express les plus récentes, dont le service exige un effort de traction moindre, mais une vitesse trois ou quatre fois plus grande.

Nous renvoyons, pour ce qui concerne les généralités relatives à ces machines, à ce qui a été dit plus haut. Si l'on excepte les machines Engerth livrées par les Usines du Creusot aux Compagnies du *Nord* et de l'*Est* en 1856, on peut fixer comme ci-après l'époque de la création des types de machines à quatre essieux accouplés usités par nos Compagnies [1] :

Compagnie d'*Orléans*	1862
— du *Midi*	1863
— du *Nord*	1867
— de *P.-L.-M*	1868
— du *Midi*, fortes rampes	1873

Nous examinerons successivement ces machines, non chronologiquement, mais dans l'ordre que nous avons suivi jusqu'ici pour les autres machines.

Compagnie du Nord. — Le type de locomotive à quatre essieux accouplés de la Compagnie du *Nord* (Mach. 4001 à 4 045 etc.) (fig. 51 et 52), a été arrêté en 1866, époque à laquelle les usines Cail et du Creusot ont livré deux lots importants de machines ne différant que par des détails. Elles comportaient toutes le foyer Crampton ; mais, dans les premières, le régulateur était placé dans une boîte spéciale et les tuyaux de vapeur contournaient la chaudière. Bien que ce système ait prévalu dans la suite, la disposition du Creusot, comportant un régulateur placé dans le dôme à tringle et tuyaux intérieurs, était plus simple et plus rationnelle. Le foyer Belpaire a été adopté depuis 1879. Les machines construites depuis 1890 ont reçu un abri en tôle cintré, à faces latérales, en remplacement de l'écran à lunettes que portaient les spécimens plus anciens.

Le foyer est placé à cheval au-dessus de l'essieu arrière ; il présente une surface de grille de 2,08 m². Le corps cylindrique se compose de quatre viroles d'un diamètre moyen de 1,50 m. ; le dôme, d'assez vastes dimensions,

[1] D'après M. Deghilage.

est placé sur la troisième virole ; il porte une des soupapes de sûreté, à balance. L'autre soupape est située au-dessus du foyer.

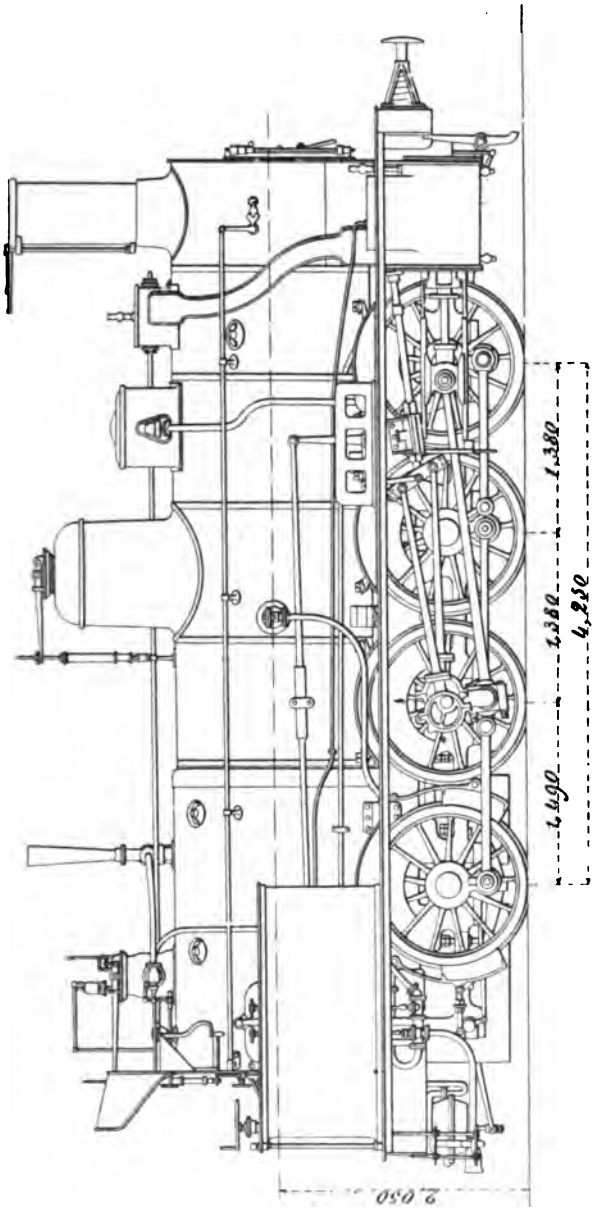


Fig. 51. — Locomotive à huit roues accouplées (4001-4045, 4636-4800, 2971-4990) du *Chemin de fer du Nord.*

Le timbre est de 10 kg.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux ; ils ont un diamètre de 0,500 m. × 0,650 m. La boîte à tiroir, dont la glace est inclinée, est placée au-dessus. Le mécanisme, entièrement extérieur, est bien étudié et remarquable par sa légèreté. Têtes de bielles d'accouplement à bagues. Coulisses Stephenson commandant directement la tige du tiroir avec relevage par en dessus. Manœuvre à vis à balancier fixée à la chaudière.

Les longerons sont intérieurs. Les ressorts des essieux extrêmes sont seuls indépendants ; ceux des essieux intermédiaires sont conjugués par un balancier longitudinal. Les ressorts d'arrière sont seuls au-dessous des boîtes. Le diamètre des roues accouplées, au contact, est de 1,30 m., le plus grand qui ait été adopté jusqu'à l'apparition des locomotives compound à quatre cylindres de la Compagnie de *Lyon*. L'empattement est de 4,25 m. et le poids en service de 44,2 t.

Ces locomotives remorquent sur la grande ligne, entre Lens et Paris, des trains de houille pesant de 600 à 700 t., à la vitesse moyenne de 31 km. à l'heure. Un certain nombre d'entre elles, destinées au service des lignes

transversales, de profil plus difficile, sur lesquelles elles ne peuvent prendre que 470 t., ont été transformées à partir de 1887 en machines à double expansion suivant le type Woolff à quatre cylindres disposés deux à deux en tandem (système du Bousquet.) Elles pèsent ainsi 51,7 t. et peuvent remorquer un train de 600 t. en rampe de 10 mm. à la vitesse de 15 km. à l'heure,

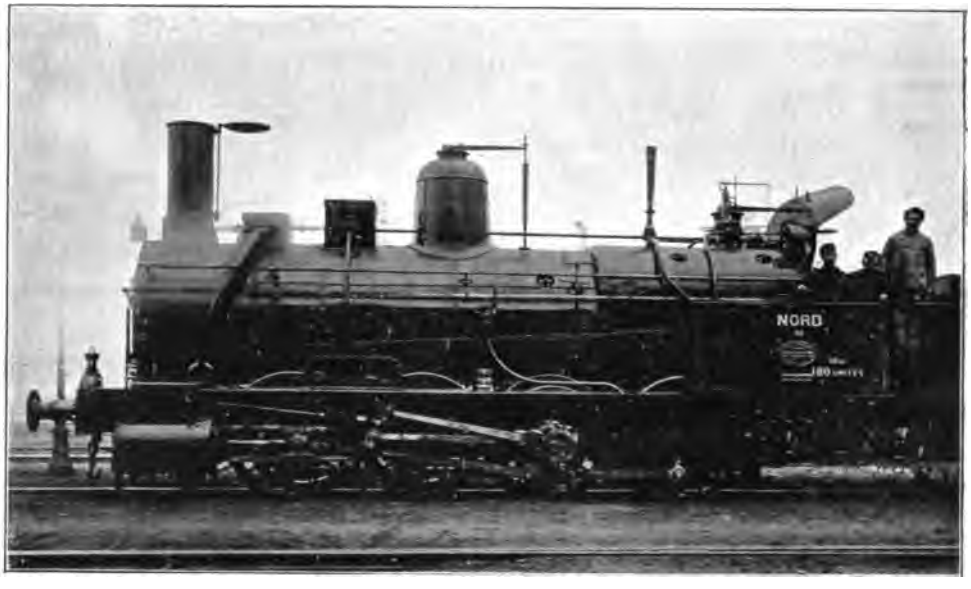


Fig. 52. — Locomotive à marchandises à huit roues accouplées du *Chemin de fer du Nord.*

avec une faible dépense de combustible. Les machines Woolff forment actuellement la série 4101 à 4120.

Compagnie de l'Est. — Cette administration possède, depuis 1855, 25 machines Engerth (Mach. 0.501 à 0.525), qui ont été découplées à partir de 1860 et transformées une première, puis une seconde fois à partir de 1882; puis un certain nombre de locomotives, inspirées des précédentes, construites de 1866 à 1868 et aujourd'hui transformées (Mach. 0.526 à 0.563). Le dernier type (fig. 53) a été construit en 1882 et ne diffère des anciens que par quelques points de détail.

La boîte à feu est du type Crampton, avec fermes longitudinales supportées. Elle présente une largeur intérieure de 1,305 m. obtenue grâce à ce que le foyer a été suffisamment reculé pour se trouver derrière la dernière paire de roues, ce qui donne un porte-à-faux considérable. Dans les premières machines, on avait même était obligé, pour obtenir une répartition convenable, de placer à l'avant un contrepoids de 1 100 kg. (Engerth découplées), et de 800 kg. pour le type de 1866. Dans les dernières constructions on a pu se dispenser de ce lest en allongeant de 0,30 m. environ le corps

cylindrique et la tubulure ce qui reporte le centre de gravité entre les deux essieux du centre. La chaudière de rechange que l'on applique maintenant aux anciennes machines est identique à celle des derniers types de machines construits. Surface de grille : 1,92 m² ; surface de chauffe totale : 184,40 m². Le corps cylindrique, composé de quatre viroles, a un diamètre moyen de 1,50 m.; il contient 218 tubes d'une longueur utile entre plaques de 5,28 m.

Le dôme est placé sur la seconde virole ; il communique par un tuyau en col de cygne avec un régulateur extérieur du type Crampton placé à l'extrême

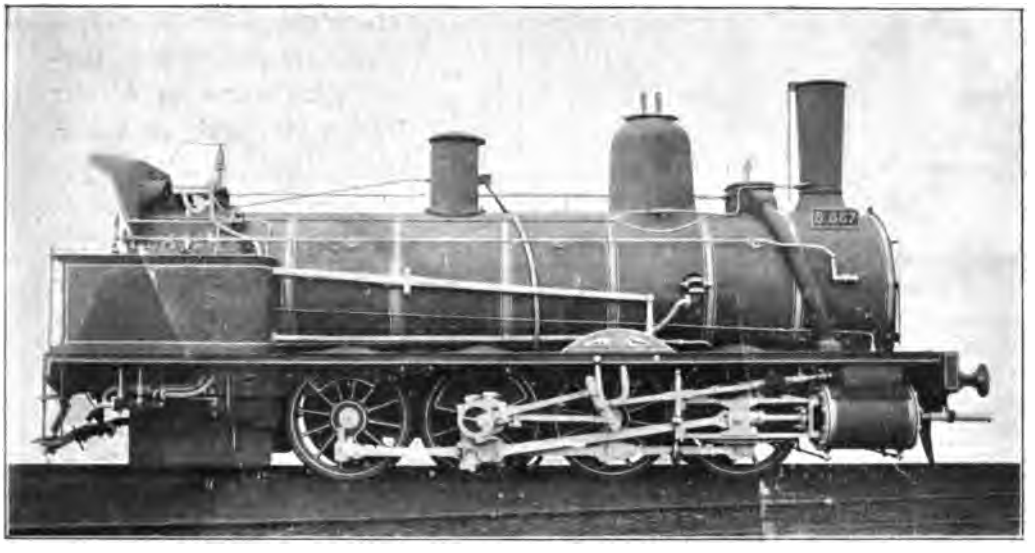


Fig. 53. — Locomotive à huit roues accouplées des *Chemins de fer de l'Est*.

avant et il est surmonté de soupapes de sûreté, à charge directe. La boîte à fumée est formée par le prolongement du corps cylindrique ; la cheminée est tronconique. Le timbre est de 9 kg.

Les cylindres (diamètre 0,500 m. ; course 0,660 m.), extérieurs et horizontaux, sont surmontés des boîtes à tiroir dont les tables sont inclinées. Le mécanisme rappelle par quelques points celui des anciennes Engerth; mais, à certains points de vue, il est traité dans le style de celui des express de la même Compagnie. Les coulisses sont du type Gooch avec relevage par en dessus. Le tablier est droit.

Les longerons sont cintrés immédiatement à l'arrière de la dernière paire de roues accouplées, de manière à permettre de contourner le foyer et à permettre son élargissement. Tous les ressorts sont placés au-dessus des boîtes et conjugués deux à deux par des balanciers longitudinaux.

Les roues ont 1,26 m. de diamètre au contact.

L'empattement est de 3,95 m. seulement et le poids total en service est de 49,2 t.

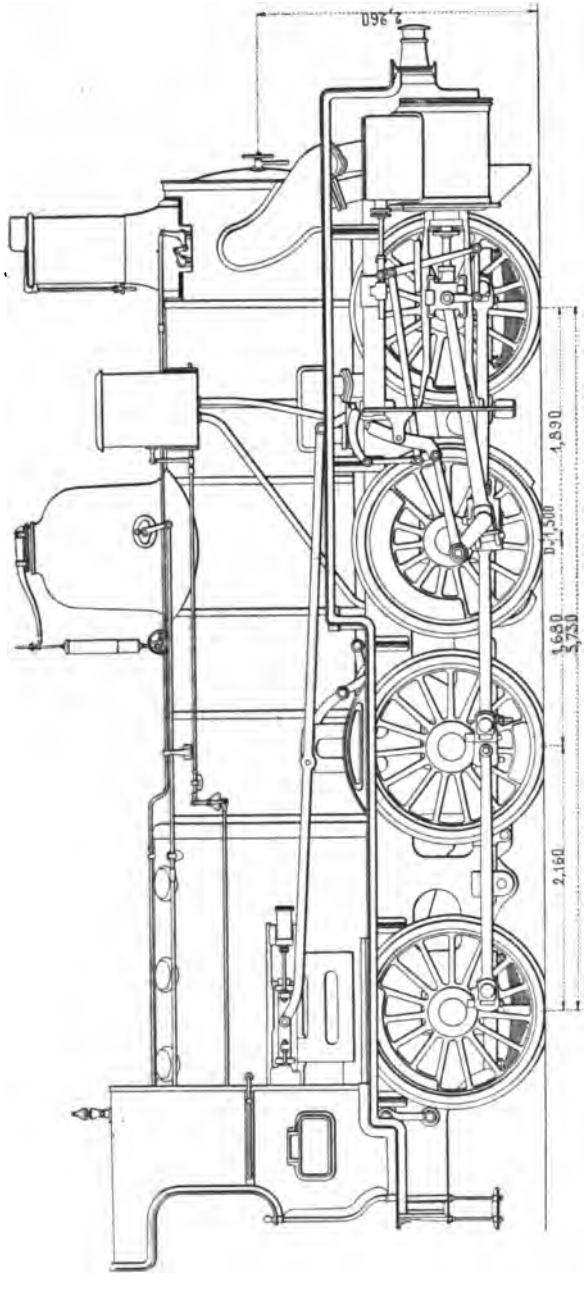


Fig. 54. — Locomotive compound à huit roues accouplées (série 3211-3300) des *Chemins de fer P.-L.-M.*

Compagnie de P.-L.-M. — Cette Compagnie a reproduit sans modification, de 1868 à 1884, un type de locomotive à huit roues accouplées (Mach. 4001 4159), qui est disposé comme celui de l'*Est* en ce qui concerne le foyer placé en porte à faux derrière les roues du dernier essieu et élargi, mais dont l'empattement est un peu plus grand. La surface de grille est de 2,08 m² et la surface de chauffe totale atteint presque 200 m², grâce au nombre des tubes (245) et à leur grande longueur entre plaques (5,36 m.) ; la chaudière contient 6,15 m³ d'eau (avec 0,15 m. au-dessus du ciel du foyer). Elle est timbrée à 10 et 11 kg. dans les derniers modèles.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux, avec tiroirs inclinés placés au-dessus ; ils ont 0,540 m. de diamètre et 0,660 m. de course. Distribution par coulisses de Gooch avec relevage par-dessus et manœuvre à vis, à balancier.

Le régulateur à tuyaux de vapeur intérieurs est placé dans un vaste dôme monté sur la virole avant.

Les roues ont 1,26 m. de diamètre et l'empattement total est de 4,05 m., soit un peu plus que dans la machine de l'*Est*. Les ressorts sont tous au-dessus des boîtes et se trouvent conjugués deux à deux par des balanciers lon-

gitudinaux. La traverse avant porte un lest de 1800 kg. destiné à assurer la répartition. Le poids en charge est de 52 t. pour les premières machines, de 54,85 t. pour les plus récentes, timbrés à 11 kg. et munies du frein à air.

Ces machines sont destinées aux trains de marchandises, surtout sur les profils peu faciles et font quelquefois la traction de trains de voyageurs lourds sur les lignes très accidentées. Elles sont toutefois aujourd'hui, pour ce dernier usage, remplacées par les locomotives compound à quatre cylindres et à roues de 1,50 m. dont nous parlons plus loin.

En palier, à la vitesse de 20 km., ces machines peuvent remorquer un train de 1 600 t., et, en rampe de 25 mm., à la vitesse de 15 km., un train de 200 t.

Cinq machines de ce type, construites en 1884 dans les ateliers de la Compagnie (Mach. 4201 à 4205) sont munies de tiroirs cylindriques.

La Compagnie de *P.-L.-M.* a exposé en 1889 une des deux locomotives à roues de 1,26 m. de diamètre, du système compound à quatre cylindres (Mach. 3 201 et 3 202), analogues en principe aux machines à roues de 1,50 m. dont nous parlons plus loin, avec cette différence importante toutefois que les cylindres à haute et à basse pression, bien qu'attaquant aussi deux essieux différents, se trouvent tous les quatre à l'avant par le travers de la boîte à fumée. Surface de grille : 2,18 m²; de chauffe : 150 et 157 m²; timbre 15 kg. Diamètre des cylindres : 0,360 m. HP., 0,540 m. BP. ; course commune : 0,650 m. Poids en charge 57,10 t. En 1893, la même Compagnie fit construire des machines compound à huit roues accouplées de 1,50 m. de diamètre, destinées à faire le service des trains de marchandises directs sur la ligne principale de Paris à Marseille, ligne à profil facile et à fort trafic, et les trains de voyageurs et mixtes sur les lignes à profil accidenté. La vitesse normale de ces machines est comprise entre 35 et 45 km. à l'heure, leur vitesse maxima est fixée à 65 km.

Ce nouveau type (fig. 54) dérive de celui des deux machines 3201 et 3202 construites en 1888 et relatées plus haut. Comme toutes les machines compound de *P.-L.-M.*, elles sont à quatre cylindres actionnant des essieux différents liés néanmoins par un accouplement, entre eux et avec les deux autres paires de roues. Les cylindres admetteurs sont à l'intérieur et les cylindres de détente à l'extérieur des longerons. Les quatre distributions, du système Walschaërt, sont commandées par un appareil à vapeur, à cames, semblable à celui des express. Un robinet spécial permet au mécanicien d'envoyer, pour le démarrage, de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire où la pression est limitée à 7 kg. par une soupape de sûreté.

Les chaudières sont semblables à celles des locomotives express de 1892; elles sont à tubes Serve, à ailettes, à corps cylindrique très court et à boîte à fumée très longue.

Les dimensions principales de ces locomotives sont résumées ci-après :

Surface de grille	2,33 m²
— de chauffe directe	9,98 —
— — totale	153,26 —
Timbre	15,00 kg.
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,400 m.
Nombre de tubes (Serve)	139
Longueur des tubes entre plaques	3,000 —
Diamètre des cylindres HP	0,360 —
— — BP	0,590 —
Course des pistons	0,650 —
Diamètre des roues motrices	1,500 —
Empattement	5,730 —
Poids total en ordre de marche (avec les appareils du frein à air)	55,36 t.

Compagnie d'Orléans. — Cette administration a reproduit depuis 1863, sans modifications fondamentales, un type de machine à huit roues accouplées formant les séries 1101 à 1258. Les machines, construites depuis 1868,

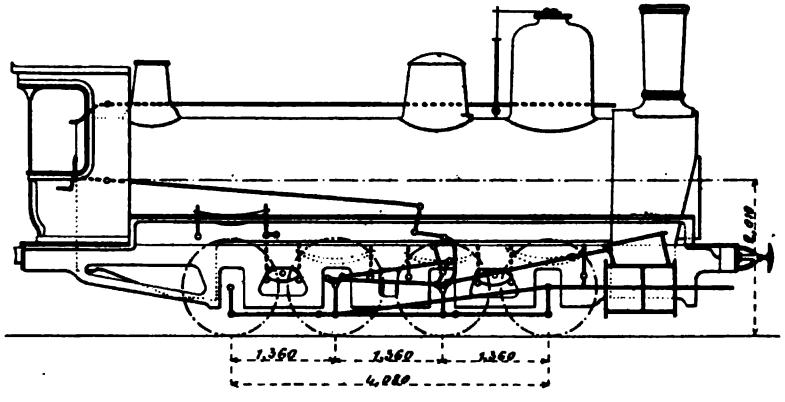


Fig. 55. — Locomotive à huit roues accouplées (série 1179-1258) du *Chemin de fer d'Orléans.*

sont toutefois notablement plus puissantes. Elles pèsent 50 t. en service au lieu de 45,5 t. Nous ne nous occuperons, pour le moment, que des dernières, qui forment la dernière expression du type (fig. 55).

Le foyer, qui a la largeur normale, se trouve en porte-à-faux à l'arrière du dernier essieu et non de ses roues, comme dans les types *Est* et *P.-L.-M.* Il est du système Ten Brinck et donne une surface de grille de 1,67 m². Le berceau est du genre Crampton avec, dans les modèles récents, des fermes longitudinales reliées par des tirants rivés à une couronne en fer formant embase pour la colonnette des soupapes à charge directe. Le corps cylindrique est formé de trois viroles présentant un diamètre moyen de 1,50 m. ; il renferme 242 tubes de 5,11 m. de longueur utile. La surface de chauffe totale est de 205,80 m². Le timbre est de 8 kg.

Les cylindres (diamètre 0,520 m., course 0,650) et tout le mécanisme sont

extérieurs. Les organes du mouvement sont exécutés dans le même style que ceux de la machine à trois essieux accouplés de la même Compagnie, dont nous avons parlé plus haut. Les tiroirs sont placés au-dessus des cylindres et inclinés ; ils sont commandés par des coulisses de Gooch. Les têtes de bielles d'accouplement sont à rattrapage de jeu et ont des articulations sphériques permettant le passage en courbes.

Les longerons sont intérieurs et la traverse avant porte un lest de 800 kg. destiné à assurer la répartition. Les ressorts des trois premiers essieux sont placés au-dessus des boîtes, ceux de l'essieu arrière sont reportés au-dessus des roues pour laisser au foyer toute la largeur possible. Ces ressorts sont deux à deux, de chaque côté, conjugués par des balanciers. Les roues ont 1,26 m. de diamètre.

Toutes les parties et les principaux organes de ces machines sont conformes aux usages de la Compagnie d'*Orléans* relatés ailleurs et n'ont pas besoin d'une description spéciale.

Compagnie du Midi. — Cette Compagnie compte à son effectif deux séries de locomotives à huit roues accouplées (Mach. 701-715; 751-760), pesant 45 tonnes en charge, étudiées par elle dès 1862, pourvues de chaudières en tôle d'acier et dont les dessins ont figuré à l'Exposition de 1867, offrant une grande analogie avec celles que les usines Cail construisirent à la même époque pour la Compagnie d'*Orléans*. Ces locomotives ont des cylindres de 0,500 m. × 0,600 m., des roues de 1,31 m. de diamètre, une surface de grille de 1,90 m² et une surface de chauffe totale de 193 m³. Elles ont toutes le mécanisme extérieur; les unes ont des coulisses d'Allan, les autres des coulisses de Stephenson.

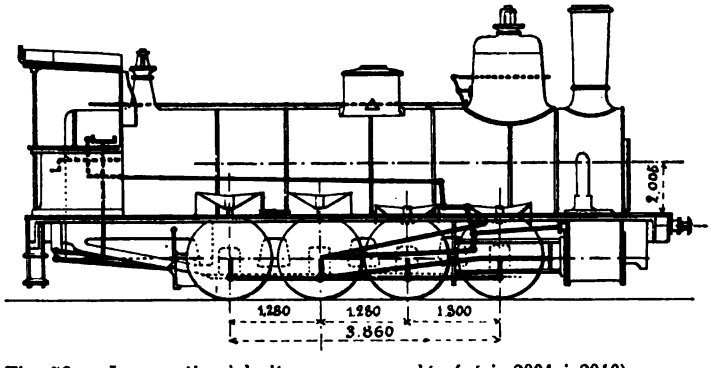


Fig. 56. — Locomotive à huit roues accouplée (série 2001 à 2040) des *Chemins de fer du Midi.*

L'ouverture ultérieure de sections présentant des courbes de 250 m. de rayon et des rampes de 33 mm. a fait décider en 1871 la construction d'un nouveau type plus puissant, monté sur roues de 1,21 m., et qui est un véritable type de rampe (Mach. 2001 à 2040) (fig. 56), le plus puissant qui soit en service sur les réseaux français, sinon comme vaporisation, du moins sous le rapport de l'effort de traction.

Le foyer est en porte-à-faux à l'arrière du dernier essieu, il présente une surface de grille de 1,90 m², la boîte à feu est dans le prolongement du corps cylindrique, les armatures du ciel sont constituées par des fermes transversales à corbeau, en fer forgé. Les soupapes, à charge directe, sont placées sur le dôme et sur une colonnette spéciale à l'arrière.

Le régulateur, placé dans le dôme, à l'avant de la chaudière, est à double tiroir.

Il est à remarquer que la machine ne contient que 217 tubes de 53 mm., au lieu de 270 de 50 mm., nombre primitif; la surface de chauffe tubulaire extérieure se trouve réduite de ce chef d'environ 30 m².

La distribution est du type Stephenson. La coulisse commande le tiroir par l'intermédiaire d'une fausse tige.

Les pistons sont en bronze et à contre-tige (diam. 0,540 m., course 0,610 m.).

Les bielles d'accouplement extrêmes sont raccordées à la bielle médiane par une double articulation verticale et horizontale, facilitant le jeu latéral des essieux antérieur et postérieur dans le passage en courbes.

Le châssis est intérieur aux roues ; les ressorts des deux premiers essieux sont intérieurs au châssis ; ceux des deux derniers sont reportés à l'extérieur au moyen d'une poutre transversale ; de plus, ils sont reliés par des balanciers longitudinaux. L'empattement total est de 3,86 m.

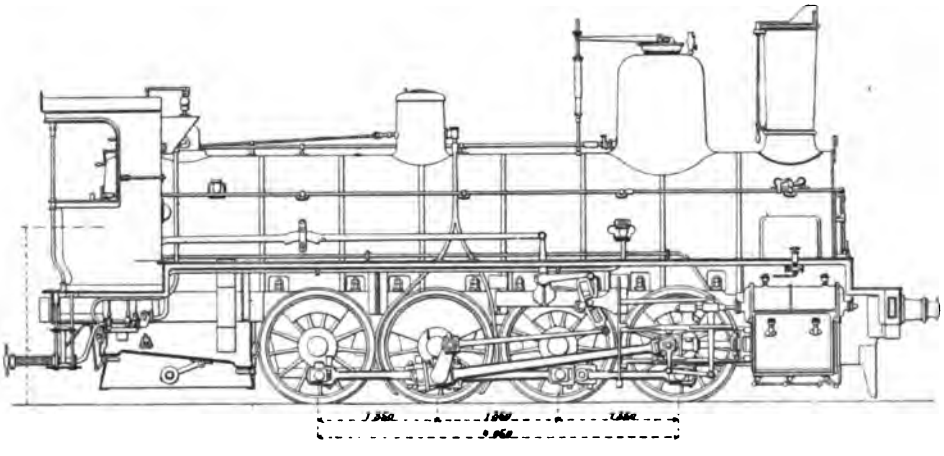


Fig. 57. — Locomotive à huit roues accouplées (série 4001-4040) des *Chemins de fer de l'État français.*

Chemins de fer de l'Etat. — Cette administration a fait construire en 1883 des locomotives à huit roues accouplées (série 4001-4040) (fig. 57), du type *P.-L.-M.* décrit ci-dessus, dont elles ne diffèrent guère que par quelques détails de construction et par l'application de la distribution Walschaërt et de tiroirs cylindriques du type Ricour. Le foyer est élargi et placé en porte à faux

derrière les roues du dernier essieu. La chaudière est identique à celle de la machine *P.-L.-M.*, les cylindres ont même course et même diamètre, même timbre de 9 kg., même empattement. Les bandages se trouvant un peu plus épais à l'état neuf, les roues ont un diamètre de 1,27 m. Les ressorts sont accouplés, par groupes de deux, à l'aide de balanciers longitudinaux.

Le poids en charge est de 53,30 t.

MACHINES-TENDERS

31. Locomotives pour le service des trains de voyageurs de banlieue. — Les Compagnies qui ont un service de banlieue suffisamment développé, ont trouvé avantage à créer des types de machines spécialement appropriées et entièrement consacrées à ce service. Telles sont les Compagnies de l'*Ouest*, du *Nord*, de l'*Est* et, depuis quelques années seulement, d'*Orléans*.

Toutes ces machines, n'ayant à accomplir que des trajets assez courts, appartiennent au type-tender, qui permet de leur donner une plus grande compacité et de profiter, pour le démarrage, du surcroît d'adhérence donné par les approvisionnements.

Les grandes Compagnies n'ont guère employé en France qu'un seul type de machine-tender à voyageurs à quatre roues accouplées, c'est celui qui a été créé vers 1856 par la Compagnie de l'*Ouest*, reproduit depuis cette époque à de nombreux exemplaires, repris vers 1867 par la Compagnie du *Nord* et en 1868 par la Compagnie de l'*Est*. Ce type de machine est devenu trop faible, aussi bien en ce qui concerne la vaporisation que le poids adhérent. et l'on a dû créer dans la suite de nouvelles locomotives plus puissantes. dans lesquelles on a accouplé trois essieux, ce qui est rationnel pour des machines appelées à des démarrages fréquents et qui doivent être effectués rapidement. Les nouveaux types des Compagnies précitées sont presque tous à six roues accouplées.

A part de rares exceptions fournies par de très anciennes machines, les caisses à eau sont disposées latéralement et la soute à combustible en occupe d'un côté, par le travers du foyer, la partie postérieure ; elle est aussi, parfois, placée transversalement à l'arrière de la plate-forme.

Nous examinerons brièvement le matériel de banlieue de nos grandes Compagnies.

Compagnie de l'Ouest. — Cette administration, qui possède le plus important et le plus ancien réseau de banlieue en France, a dû, la première, créer un matériel spécial pour son exploitation. Le choix s'arrêta en 1856 sur un type qui constituait à vrai dire l'appropriation de la machine express, étudiée

à la même époque, au service de la banlieue. Ce type a été successivement reproduit avec quelques modifications et perfectionnements de détail jusqu'en 1884; il compose aujourd'hui la série 1 à 150 et accomplit un excellent service sur les lignes à profil facile.

Les trois essieux sont placés sous le corps cylindrique et l'écartement des essieux extrêmes est aussi réduit que possible, afin de permettre à cette machine de tourner sur les plaques; cet empattement est de 3,44 m. Le diamètre des roues accouplées, placées à l'arrière, est de 1,68 m. au contact avec bandages neufs.

Le foyer, qui est en saillie sur le corps cylindrique, est de faible dimensions, mais profond; il présente une surface de grille de 1,04 m² seulement. La prise de vapeur se fait dans un grand dôme placé à l'avant, sur lequel est boulonné, suivant l'ancien modèle de la Compagnie, la boîte du régulateur à tuyaux et tringle de manœuvre extérieurs. La boîte à fumée est de très petit volume et du même diamètre que le corps cylindrique. L'axe de ce dernier est très bas: 1,80 m. au-dessus du rail.

Les cylindres, intérieurs et horizontaux, ont un diamètre de 0,420 m. et une course de piston de 0,560 m., le timbre est de 9 kg. dans les dernières machines construites. Les tiroirs sont placés vers le dessous des cylindres, dans une boîte commune, et leurs tables sont inclinées l'une vers l'autre; ils sont commandés par des coulisses de Stephenson avec interposition d'un levier oscillant.

Les longerons sont intérieurs et les ressorts se trouvent au-dessus des boîtes, la proximité du foyer a même obligé à reporter au-dessus des roues les ressorts de l'essieu arrière.

Les caisses à eau sont placées latéralement et occupent toute la longueur de la machine; elles sont un peu plus larges que la traverse avant et le tablier a été supprimé presque entièrement. Ces caisses ont une contenance de 4 m³, ce qui est beaucoup pour une machine de cette puissance et de ce poids total. La soute à charbon est placée du côté gauche, dans la partie arrière de la caisse à eau; on charge aussi le combustible sur la boîte à feu, entre deux petites cloisons en tôle ménagées à cet effet.

Le poids total de ces machines est de 38 t. environ avec les approvisionnements au complet mais leur poids à vide n'est que de 30 t.

La Compagnie des Chemins de fer de l'*Ouest* a fait étudier et construire, en 1883, des machines-tenders à six roues accouplées de 1,44 m. et à adhérence totale pour le service des embranchements et notamment des lignes construites par l'État avec fortes rampes et courbes de petit rayon, dans lesquelles on s'est attaché à réduire le poids au minimum. Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière et présente une surface de grille de 1,57 m². La chaudière ne porte pas de dôme. Cylindres de 0,430 m. $\times$ 0,600 m.; timbre

de 10 kg. Poids en charge, avec les approvisionnements complets : 41 t.

Le bon fonctionnement de ces machines a conduit la Compagnie à étudier l'application de ce type aux trains de voyageurs de la banlieue. On avait plus particulièrement en vue d'effectuer, sans changer de machine (comme cela se pratiquait jusque-là) la montée de la rampe de Saint-Germain qui atteint une inclinaison de 35 mm. par mètre. Les trains étaient remorqués sur la rampe depuis la suppression de la machine atmosphérique, du Pecq à Saint-Germain, par des locomotives-tenders à six roues accouplées de 1,30 m. Le changement de machine au Pecq occasionnait des retards; en outre, le parcours des machines de rampes était peu considérable. Il paraissait donc

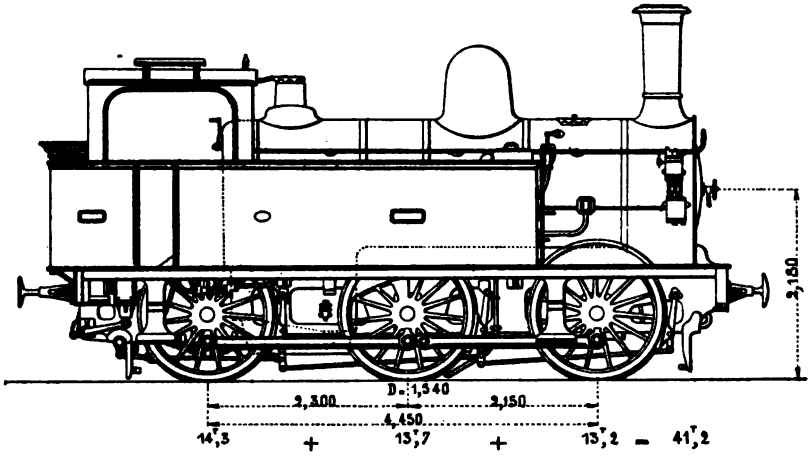


Fig. 58. — Locomotive de banlieue (série 3531-3572) des *Chemins de fer de l'Ouest.*

avantageux, à tous les points de vue, de construire des machines pouvant conduire les trains de Paris à Saint-Germain sans changement de machine. On créa ainsi d'abord un type analogue au précédent, mais comportant des roues de 1,55 m. au contact, ayant un empattement de 4,00 m. (Série 3501-3530). La disposition générale était presque idendique : mêmes cylindres, même mécanisme, même chaudière à quelques détails près (addition d'un dôme, etc.). Le poids total ressortait à 42,5 t. en charge.

Autant pour éviter les inconvénients des foyers peu profonds que pour augmenter la stabilité de ces locomotives, on modifia ce type en 1888 (fig 58). La paire de roues arrière fut reculée de manière à permettre de placer le foyer, d'ailleurs raccourci (surface de grille : 1,28 m.²) et beaucoup plus profond, entre l'essieu moteur et le dernier essieu ; l'empattement a été porté à 4,45 m. maximum que permettaient les plaques tournantes. Différents perfectionnements de détail, le remplacement du régulateur Crampton par un régulateur à tringle et tuyaux intérieurs, placé dans le dôme, ont contribué à améliorer cette machine dont l'aspect est très satisfaisant et la stabilité irré-

prochable. Les caisses à eau sont disposées comme dans le type précédent, mais elles ont été reculées vers l'arrière afin de dégager à l'avant le mécanisme intérieur et le rendre plus accessible ; en même temps, la soute à combustible a été reportée à l'arrière de la plate forme, disposition usuelle depuis longtemps en Angleterre et aux États-Unis, mais jusque là peu répandue en France et qui présente plusieurs avantages dont nous parlons ailleurs. La plate-forme est recouverte d'un abri très complet, à deux faces, avec lunettes mobiles à l'avant et à l'arrière.

Le foyer est renflé, mais l'enveloppe de la chaudière, pour faciliter le nettoyage, n'en épouse pas la forme, elle est droite, sur toute sa longueur ; il

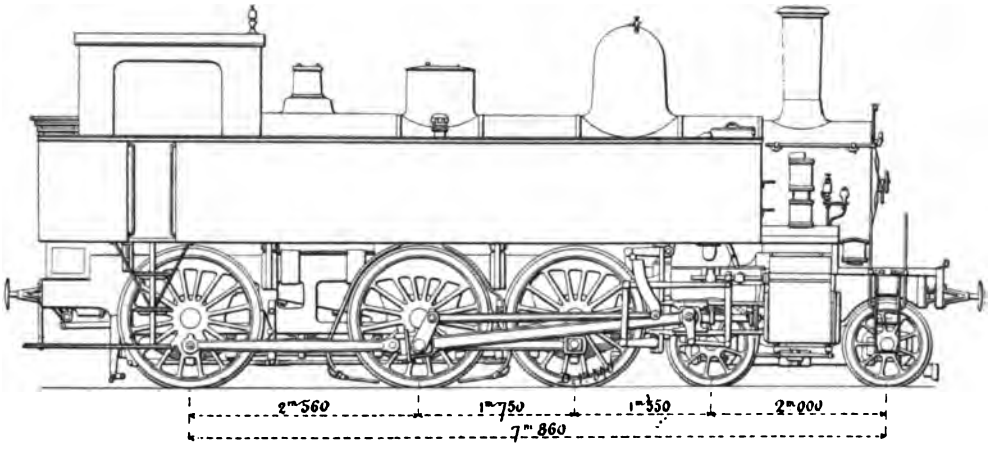


Fig. 59. — Locomotive-tender de banlieue (série 3701-3710 des *Chemins de fer de l'Ouest*.

en résulte un certain vide dans lequel on a pu loger la sablière et la partie extérieure des tuyaux de prise de vapeur.

En étudiant ce type de machine, on s'est attaché à utiliser autant que possible les organes des locomotives de la série précédente ; on n'a modifié ni le mécanisme, ni les cylindres, l'entraxe des deux essieux avant n'ayant pas été modifié.

Ces locomotives, formant actuellement la série 3531 à 3572, pèsent 43,50 t. en ordre de marche avec 4 m³. d'eau dans les caisses et 1,200 kg. de combustible. Elles peuvent marcher indifféremment dans les deux sens et grâce à l'absence de porte-à-faux atteignent dans les meilleures conditions en service la vitesse de 60 km. à l'heure qui pourrait être facilement dépassée.

Malgré la satisfaction donnée par ces machines, l'accroissement de vitesse et de poids, même des trains de banlieue, a rendu nécessaire, en 1895, l'étude d'une nouvelle machine-tender plus puissante et présentant au moins les mêmes garanties de stabilité.

Les premières locomotives de ce type (série 3701-3710) ont été construites

en 1897. Elles appartiennent au même type général que les machines pour trains rapides et lourds (série 2301-2304) décrites plus haut, dont elles constituent en réalité une réduction (fig. 59). Ces locomotives sont à six roues accouplées précédées d'un bogie entre les roues duquel sont placés, de part et d'autre, les cylindres extérieurs. Le châssis est intérieur. La chaudière est à foyer Belpaire, l'axe du corps cylindrique est placé à 2,30 m. au-dessus des rails. La prise de vapeur se fait dans un dôme placé sur l'avant de la chaudière, la tringle manœuvre et les tuyaux du régulateur sont intérieurs. La boîte à fumée est prolongée sur l'avant.

Les boîtes à tiroir sont placées au-dessus des cylindres. Distribution Walschaërt. Bielles fortement évidées en section à I.

Les ressorts des essieux accouplés, placés sous les boîtes, sont reliés par des balanciers longitudinaux, ce qui, grâce à la présence du bogie, assure la suspension sur trois points.

Cette locomotive qui ne présente aucun porte-à-faux, est susceptible d'atteindre de grandes vitesses.

Les caisses à eau et à combustible sont disposées à peu près comme dans les séries précédentes, avec cette différence toutefois que le tablier, et par conséquent le fond des caisses, sont relevés au-dessus des roues qui se trouvent complètement dégagées ; cette disposition a permis d'éviter de pratiquer dans les caisses latérales les évidements nécessaires pour loger les roues quand le tablier est placé à la hauteur ordinaire. La grande élévation donnée à l'abri, auquel on accède par un marchepied à quatre palettes, donne une très bonne visibilité, malgré la hauteur de la chaudière.

Les conditions principales d'établissement sont comme suit :

Surface de grille	1,80 m²
— chauffe directe	9,06 —
— tubulaire	135,23 —
— totale	144,29 —
Timbre	12,00 kg.
Diamètre du corps cylindrique	1,300 m.
Nombre de tubes	96 (à ailettes)
Longueur utile des tubes	3,800 m.
Diamètre des cylindres	0,460 —
Course des pistons	0,600 —
Diamètre des roues accouplées	1,540 —
— — du bogie	0,960 —
Empattement fixe	4,310 —
— total	7,860 —
Contenance des caisses à eau	7000 l.
— soutes à combustibles	2500 kg.
Poids total en charge	60,00 t. (à raison de 14,8 t.
— adhérent	44,40 — (par essieu accouplé.

Compagnie du Nord. — La Compagnie du *Nord* a commandé de 1867

à 1877 des locomotives-tenders à deux essieux accouplés, qui ne diffèrent que par des détails de construction des locomotives du même type de la Compagnie de l'*Ouest*, dont nous avons parlé ci-dessus (série 2921-2985). Ces machines pèsent environ 35 t. en charge (roues de 1,664 m. ; cylindres de 0,420 m. × 0,560 m. ; surface de grille 1,27 m², timbre 8,5 kg.) ; elles ne sont plus en rapport avec les exigences modernes et on ne peut plus guère les utiliser que sur les lignes à profil très facile.

En 1876, les ateliers de la Chapelle construisirent dix machines-tenders (Mach. 3001-3010), à adhérence totale et à mécanisme extérieur ayant un rayon d'action de 80 km. (approvisionnement 4 m³. d'eau et 1,800 kg. de charbon). C'est ce type qui fut reproduit en 1881, avec addition à l'arrière d'un essieu porteur disposé en train bissel pour certaines machines, en essieu à boîtes radiales Roy dans d'autres (série 3011-3020) (fig. 60). Cet essieu supplémentaire permet de porter la contenance des caisses à 5 m³. et celui des soutes à charbon à 2 500 kg. En même temps le timbre fut augmenté d'un kilogramme.

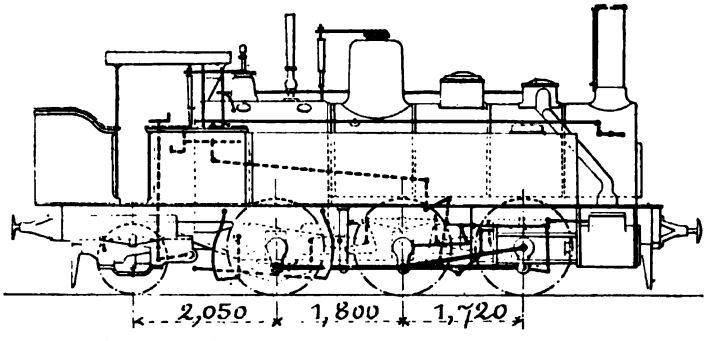


Fig. 60. — Locomotive-tender de banlieue (série 3011-3020) du *Chemin de fer du Nord*.

La chaudière est à foyer Belpaire et du même type que dans le modèle à six roues accouplées et à tender séparé dérivé du type Mammouth et décrit plus haut. Surface de grille de 1,61 m², surface de chauffe 90,20 m².

Les cylindres et tout le mécanisme sont extérieurs ; la distribution est effectuée par des coulisses du type Walschaërt. Le diamètre et la course des pistons sont respectivement de 0,420 m. × 0,600 m.

Les longerons sont intérieurs ; les ressorts des deux premiers essieux sont placés au-dessus des boîtes, ceux du troisième essieu sont en dessous. Tous ces ressorts sont conjugués par des balanciers longitudinaux. Les roues accouplées ont 1,425 m. de diamètre au contact. L'empattement fixe est de 3,52 m. seulement, mais l'empattement total atteint 6,02 m. La présence du bissel à l'arrière donne beaucoup de stabilité à ces machines et les rend propres à circuler indifféremment dans les deux sens de la marche. Les caisses à eau sont disposées latéralement mais ne s'étendent pas vers l'avant par le travers de la plaque tubulaire. La soute à combustible est située à l'arrière, au-dessus du bissel.

Le poids en pression avec les approvisionnements au complet est de 45 t.

En 1881, la Compagnie du *Nord* mit en service un nouveau type à six roues accouplés et à mouvement intérieur comportant un bogie à l'arrière (3021-3075) (fig. 61), dérivé d'un type étudié par M. Mac Donnell pour le *Great Southern and Western Ry* d'Irlande et auquel on appliqua une chaudière et un mécanisme à peu près semblable à celui des locomotives du type *Outrance*. C'est cette machine qui, découplée, a donné naissance à la locomotive mixte à six roues accouplées de 1,65 m., dont nous avons parlé plus haut.

Le foyer, du type Belpaire, passe au-dessus de l'essieu accouplé arrière

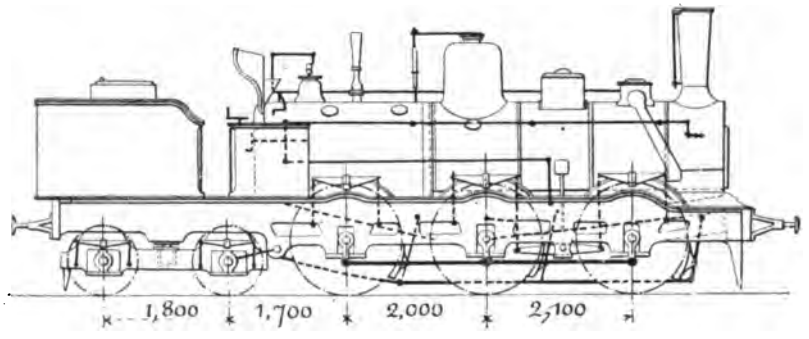


Fig. 61. — Locomotive-tender avec arrière-train articulé (série 3021-3075) du *Chemin de fer du Nord*.

et présente une surface de grille de 2,33 m². Le corps cylindrique est formé de trois viroles de 1,24 m. de diamètre moyen, dont la médiane porte le dôme. La boîte à fumée est formée par le prolongement du corps cylindrique. Régulateur Crampton à tringle et tuyaux extérieurs.

Les cylindres sont intérieurs et inclinés, leur diamètre est de 0,432 m. et leur course de 0,610 m. Les tiroirs sont placés verticalement entre les cylindres et actionnés directement par des coulisses de Stephenson. L'accouplement est opéré à l'aide de manivelles extérieures et de bielles à têtes rondes sans rattrapage de jeu.

Le châssis est formé par deux paires de longerons, deux extérieurs et deux intérieurs, comme dans les express. Les longerons extérieurs portent sur les boîtes des essieux accouplés et le pivot du bogie qui est placé à l'arrière du foyer. Les longerons intérieurs ne portent que sur les fusées intérieures de l'essieu moteur.

Les roues accouplées ont 1,664 m. de diamètre et portent 36,0 t. en charge le poids total, avec 5 t. d'eau dans les caisses et 2 400 kg. de charbon s'élevant à 54,6 t.

Ces locomotives remorquent un train de 350 t. en rampe de 5 mm. à la vitesse de 40 km. à l'heure.

Des machines d'un type analogue (série 3 121-3 122), dites du Métropolitain (mais montées sur des roues de 1,455 m., à châssis intérieurs et à cylindres

extérieurs, diamètre 0,500 m., course 0,620 m.), timbrées à 14 kg. et munies d'un détendeur, pesant 60 t. en ordre de marche dont 45 t. disponibles pour l'adhérence, ont été construites en 1892 dans les ateliers de la Chapelle.

Enfin, en 1892, la Compagnie du *Nord* mit en service un nouveau type de banlieue, léger et assez puissant cependant, stable et disposé en vue de circuler à une vitesse éventuelle de 80 km. à l'heure, de passer dans des courbes de faible rayon et de tourner sur des plaques de 6,20 m. de diamètre.

Ces machines (fig. 62) sont du type à quatre roues accouplées, avec bogie à l'avant, cylindres extérieurs et distribution intérieure. Elles sont compactes et ramassées.

La chaudière, à foyer Belpaire, est timbrée à 10 kg. et présente des surfaces de grille et de chauffe qui sont respectivement de 1,57 m² et 85 m².

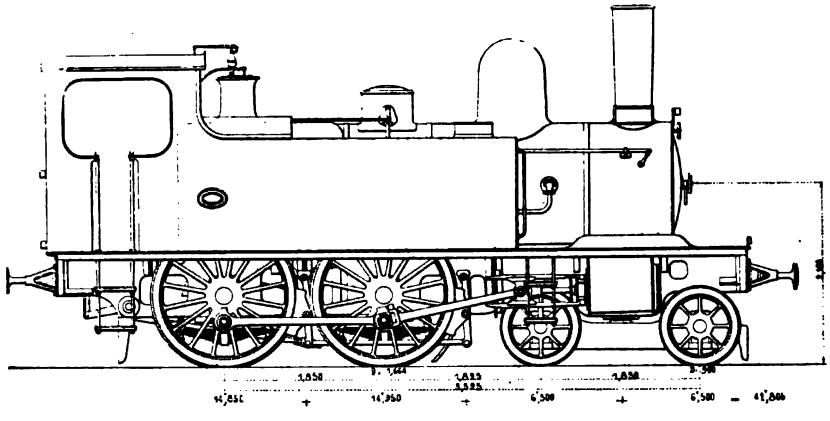


Fig. 62. — Locomotive-tramway (série 2311-2360) du *Chemin de fer du Nord*.

Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière, il renferme une courte voûte en briques et se trouve surmonté de deux soupapes Adams, à charge directe.

Les cylindres (diamètre 0,420 m., course 0,600 m.) sont placés à l'extérieur, au droit de l'axe du bogie, ce qui supprime le porte-à-faux. Les tiroirs, intérieurs, sont actionnés directement par des coulisses de Stephenson.

Les longerons sont intérieurs aux roues.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,660 m. et ne sont écartées d'axe en axe que de 1,85 m. ; l'empattement total est d'ailleurs très faible pour une machine à bogie : il n'est que de 5,52 m.

Le bogie, également à châssis intérieur, ne comporte pas de déplacement latéral. Les boîtes sont chargées au moyen de quatre ressorts placés au-dessus d'elles.

Les caisses à eau sont disposées latéralement, mais elles sont de faible longueur et dégagent le mécanisme intérieur qui est très accessible du dehors. Leur capacité en eau est de 3 800 litres et en combustible de 1,700 kg.

Un abri très complet, dont les joues latérales sont formées par le prolongement des parois des caisses à eau, recouvre la plate-forme et porte des lunettes mobiles à l'avant et à l'arrière.

Comme dans les machines récentes de la Compagnie du *Nord*, on a remplacé le régulateur Crampton par un appareil à col de cygne, placé dans le dôme, à tringle de manœuvre et tuyaux intérieurs.

Le poids en charge est de 42,80 t. dont environ 25 t., disponibles pour l'adhérence.

Compagnie de l'Est. — Cette administration, après avoir exploité la ligne de Vincennes et ses prolongements en utilisant d'anciennes locomotives à quatre roues accouplées et à tender séparé, a arrêté en 1867 un type-tender à trois essieux dont deux accouplés inspiré par celui de la Compagnie de l'*Ouest*, employé déjà depuis longtemps et dont nous avons parlé plus haut. Ces locomotives diffèrent surtout de ces dernières par l'agencement des caisses à eau supportées par des consoles surélevées de manière à rendre le mécanisme intérieur plus accessible. Les dernières machines de ce type ont été construites en 1879.

Les roues accouplées, aussi rapprochées que possible, ont 1,56 m. de diamètre; l'empattement total n'est que de 3,40 m. Le foyer et les cylindres (qui sont intérieurs comme tout le mécanisme) se trouvent en porte-à-faux.

La chaudière, du type Crampton, est timbrée à 9 kg.; elle présente une surface de grille de 0,99 m² seulement et une surface de chauffe de 86,59 m². Le diamètre moyen du corps cylindrique est de 1,15 m.

Les cylindres ont un diamètre de 0,440 m. et une course de 0,560 m.; les boîtes à tiroir sont disposées comme dans le type *Ouest*.

Le poids en pression, avec 3 150 lit. d'eau dans les caisses et 1 000 kg. de charbon, est de 36,66 t. dont 25,37 t. sur les deux essieux accouplés.

Pour répondre aux exigences croissantes de son trafic, la Compagnie de l'*Est* qui, après celle de l'*Ouest*, possède les services de banlieue les plus importants, a créé en 1880 un type de machine-tender appelé à satisfaire au programme suivant :

1° Assurer la remorque des trains de 24 voitures de la banlieue de Paris, (300 à 450 t.), sur des lignes à rampes de 6 à 7 mm., à une vitesse effective de 45 km. à l'heure dans ces rampes, et de 60 km. à l'heure sur les parties de profil dont l'inclinaison en rampe ne dépasse pas 4 mm. par mètre ;

2° Être susceptible de circuler, sans avoir besoin d'être tournée, son approvisionnement étant suffisant pour faire des étapes de 30 km. sans prendre d'eau et de 100 km. sans renouveler le combustible;

3° Pouvoir remorquer des trains de 450 t. à la vitesse des trains de marchandises, sur les rampes de 6 à 7 mm.;

4° Comporter l'emploi en service ordinaire des houilles demi-grasses, à l'état de poussiers.

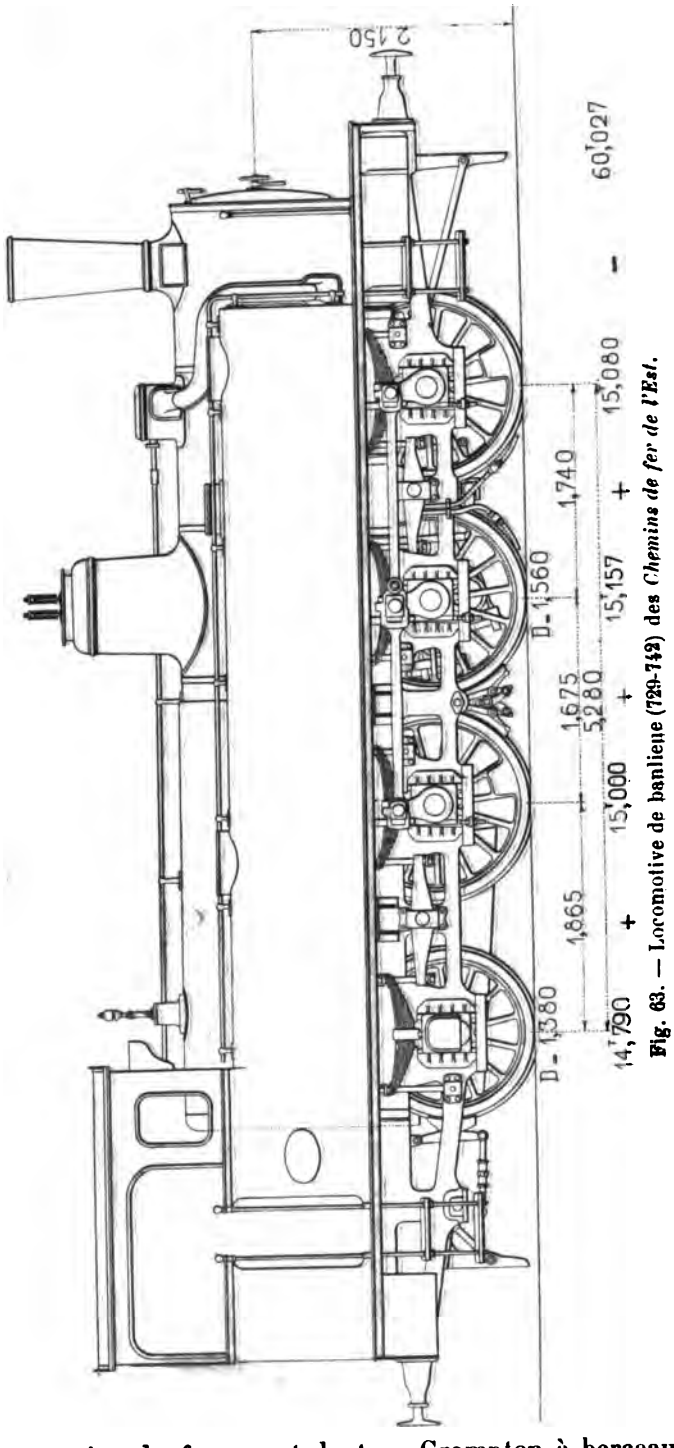


Fig. 63. — Locomotive de banlieue (729-742) des *Chemins de fer de l'Est.*

On a fait choix d'une machine à quatre essieux dont trois accouplés placés à l'avant, à cylindres intérieurs, à roues de 1,56 m., ne présentant pas un empattement très considérable et possédant cependant une grande stabilité. Ces locomotives, qui constituent aujourd'hui les séries 613 à 742 (fig. 63), ont été successivement perfectionnées et ont reçu, au fur et à mesure, des perfectionnements de détail. A partir de 1889, le foyer a été agrandi et la surface de grille portée de 1,82 m² à 2,26 m². La surface de chauffe totale passait en même temps de 110 à 130 m² grâce à la diminution de diamètre des tubes (40 mm. au lieu de 49 mm.) et à l'accroissement de leur nombre qui s'est trouvé porté de 170 à 247. Le poids des 10 premières machines était de 55,66 t. en charge, celui des machines les plus récentes est de 60,60 t. Les cylindres ont le même volume, mais le timbre a été porté de 10 à 12 kg.

La chaudière, entièrement en acier à l'exception du foyer, est du type Crampton à berceau cylindrique avec armature

par des tirants. Le foyer, vaste et assez profond, est muni d'une voûte en briques. La virole arrière du corps cylindrique, dont le diamètre moyen est de 1,30 m., porte un dôme surmonté des soupapes, à charge directe, communiquant par un tuyau intérieur avec un régulateur du type dit Crampton placé à l'avant dans une boîte spéciale. La boîte à fumée est formée par le prolongement du corps cylindrique; elle est surmontée d'une cheminée troconique sans capuchon et, dans les derniers types, la porte est circulaire et à battant unique.

Les trois paires de roues avant, dont le diamètre est de 1,56 m., sont accouplées; un essieu porteur à roues de 1,38 m. passe sous la partie postérieure du foyer. L'empattement fixe est de 3,415 m. et l'empattement total de 5,280 m. L'essieu porteur est pourvu d'un jeu latéral réglé par des plans inclinés. Les huit ressorts extérieurs des quatre essieux sont conjugués deux à deux par des balanciers longitudinaux.

Les cylindres sont intérieurs et légèrement inclinés pour éviter l'essieu avant; ils ont un diamètre de 0,460 m. et la course est de 0,600 m.; les tiroirs sont placés verticalement entre les cylindres, ils sont actionnés directement par des coulisses de Stephenson. Les glissières des crosses de tiges de piston sont à quatre guides.

L'approvisionnement d'eau d'alimentation est contenu dans deux caisses latérales d'une contenance de 5,22 t.; la soute à combustible est ménagée dans la partie arrière de la caisse de gauche, par le travers du foyer : elle peut contenir 3 000 kg. de charbon.

L'abri, disposé pour les deux sens de la marche, est pourvu de volets à coulisse à l'arrière et de fenêtres pivotantes à l'avant.

Compagnie d'Orléans. — Jusqu'en 1892, la Compagnie d'*Orléans* ne possédait pas de machines-tenders à voyageurs; les trains de banlieue étaient remorqués par les locomotives à quatre roues accouplées à tender séparé du type ordinaire de la grande ligne. L'ouverture de la nouvelle ligne de Sceaux, prolongée dans Paris jusqu'au Luxembourg par une ligne souterraine sur presque toute sa longueur, a entraîné l'étude et la construction d'un nouveau type, puissant, à six roues accouplées de 1,50 m. de diamètre et à adhérence totale, composant les séries 2 168 à 2 200, et qui est également employé pour le service de banlieue sur la grande ligne de Paris à Étampes et Dourdan.

Ces locomotives (fig. 64 et 65) ont été étudiées en vue de remorquer, à la vitesse moyenne de 50 km. à l'heure, une charge nette de 220 t. environ. Le profil de la ligne de Sceaux est accidenté dans certaines parties et comporte des rampes importantes (dont une de 20 mm. sur 4,5 km. de longueur), et des courbes de 250 m. de rayon. Le type adopté est à cylindres

et mécanisme intérieurs et à longerons extérieurs. Le foyer, profond et du système Ten Brinck, passe au-dessus de l'essieu arrière. L'empattement est de 4,55 m.

La surface de grille est de 1,93 m².

Le ciel du foyer est cintré suivant le système E. Polonceau; le corps cylindrique a 1,27 m. de diamètre intérieur minimum et contient 209 tubes de 3,75 m. de longueur entre plaques. La surface de chauffe totale est de 118 m². La chaudière, entièrement en acier à l'exception du foyer, est timbrée à 13 kg.

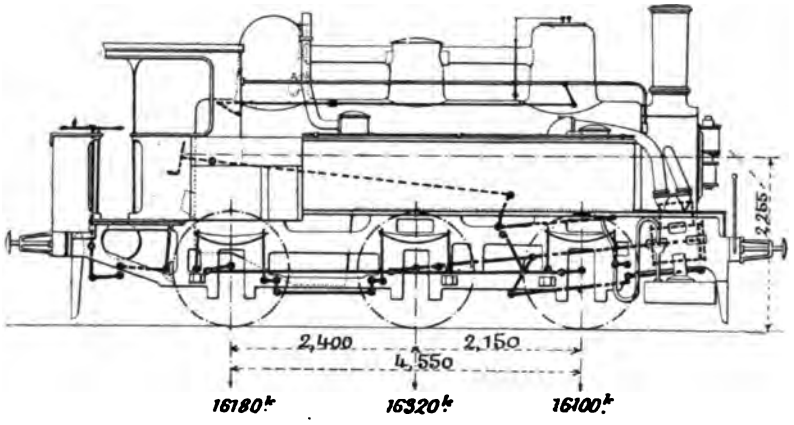


Fig. 64. — Locomotive-tender de banlieue (série 2168-2200) du *Chemin de fer d'Orléans.*

Elle comporte, comme toutes les chaudières construites depuis quelques années par la Compagnie d'*Orléans*, deux dômes placés l'un au-dessus du foyer, l'autre à l'avant et réunis par un tuyau extérieur horizontal.

Les cylindres, intérieurs, ont un diamètre de 0,450 m. avec une course de piston de 0,650 m.

La distribution est du système Joy; les tiroirs sont placés vers le dessus des cylindres, mais ils sont inclinés transversalement vers l'intérieur.

Les longerons sont extérieurs et les ressorts de suspension, conjugués par des balanciers et des équerres, se trouvent placés au-dessus des boîtes. Les boîtes de l'essieu avant sont munies de plans inclinés à 12 p. 100 laissant à l'essieu un déplacement latéral de 10 mm. de chaque côté.

Ces locomotives sont munies d'un appareil de condensation à fonctionnement facultatif ayant pour but d'éviter que les voyageurs ne soient incommodés par la vapeur d'échappement, pendant les trajets en souterrain. Cet appareil est placé à l'intérieur des caisses, la vapeur d'échappement est d'abord refroidie à l'intérieur des tuyaux placés dans ces caisses ; elle vient ensuite en contact, à la sortie de ces tuyaux, avec la surface de l'eau pour achever sa condensation. Si l'eau des caisses est devenue trop chaude pour permettre la condensation de toute la vapeur, la portion non condensée

s'échappe dans l'atmosphère par des tuyaux qui la conduisent au-dessus de l'abri.

Les caisses à eau sont disposées latéralement de chaque côté, mais ne se prolongent pas vers l'avant au delà de la partie arrière de la boîte à fumée.

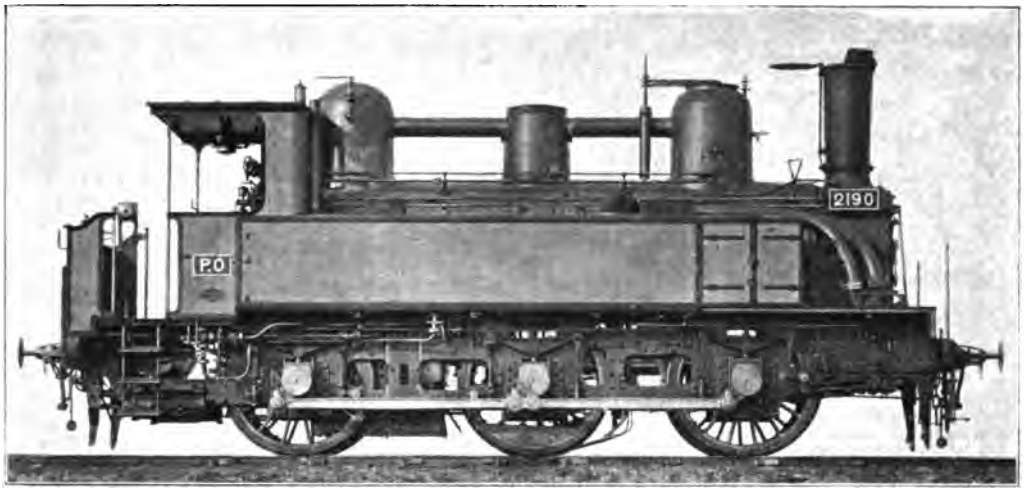


Fig. 65. — Locomotive-tender de banlieue (série 2168-2200) du *Chemin de fer d'Orléans.*

La soute à charbon est placée à gauche, dans la partie de la caisse à eau qui se trouve contre la boîte à feu.

La plate-forme est très vaste et recouverte d'une toiture portant un écran à lunettes sur l'avant.

L'enveloppe de la chaudière est en laiton apparent, sans peinture, comme dans la plupart des locomotives de la Compagnie d'*Orléans.*

Le poids est de 49,60 t. (16,60 t. environ sur chaque essieu accouplé) avec 4 000 lit. d'eau et 700 kg. de charbon dans les caisses.

Les charges normales remorquées par ces machines aux différentes vitesses comprises entre 55 et 30 km. varient de 510 à 780 t. sur des rampes de 2,5 mm.; de 290 à 480 t. en rampe de 8 mm.; de 175 à 200 t. en rampe de 15 mm. Elles peuvent, avec une charge de 110 t., remonter une rampe de 30 mm. à la vitesse de 45 km.[1].

Chemins de fer de l'Etat. — Cette administration compte à son effectif plusieurs types de locomotives à quatre roues accouplées très légères, construites de 1865 à 1894 et formant la série 0201 à 0240. Les dernières construites pèsent 25,10 t. en ordre de marche. Le foyer, très petit volume, se trouve placé entre les deux essieux accouplés ; les roues motrices ont

[1] Voir la note de M. l'Ingénieur en chef E. Polonceau dans la *Revue générale des Chemins de fer*, numéro de février 1896.

1,320 m. de diamètre; les cylindres extérieurs ont 0,250 m. × 0,400 m. surfaces de grille, et de chauffe de 0,84 m² et de 36,50 m². Les tiroirs sont extérieurs et cylindriques.

Les chemins de fer de l'*État* ont fait construire en 1885, pour le service des trains légers, des locomotives-fourgons (série 0221 à 0230) (fig. 66), qui pèsent 24,80 t. en ordre de marche et ont une surface de chauffe de 30,55 m². Les cylindres, extérieurs, ont 0,250 m. de diamètre avec une course de pistons de 0,400 m.

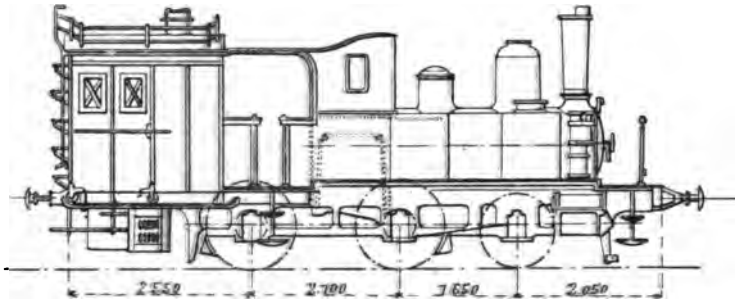


Fig. 66. — Locomotive-fourgon (série 0221-0230) de *l'État français*.

32. Locomotives pour le service des marchandises et locomotives de gare [1]. — Toutes les Compagnies françaises comptent à leur effectif des machines-tenders à six roues accouplées employées, soit au service des manutentions dans les gares de voyageurs ou de marchandises, soit à la traction des trains de marchandises sur quelques lignes à fortes pentes ou de faible longueur ou sur les lignes de raccordement. Quelques-unes possèdent même des machines de ce type à quatre essieux accouplés.

Toutes ces locomotives sont à adhérence totale et quelques anciens types seuls ont des cylindres intérieurs. Le diamètre des roues n'est guère supérieur à 1,25 m.

Compagnie de l'Ouest. — Si on ne tient pas compte de quelques machines-tenders provenant de Compagnies rachetées, cette administration ne possède qu'un seul type de machine-tender à six roues accouplées destiné au service des gares et des manutentions (Mach. 1011 à 1114) (fig. 67). Ce sont des locomotives à cylindres extérieurs, spécialement étudiées en 1861 pour faire le service de la rampe de Saint-Germain. Les premières construites pesaient 33,30 t. en charge et portaient 3 500 lit. d'eau dans les caisses. En 1872, on étudia une nouvelle disposition des caisses à eau ayant pour but d'en accroître le volume, afin d'approprier ce type au service des marchandises sur la Ceinture de Paris. La caisse unique, située entre les longerons, fut réduite et on ajouta deux caisses latérales portant la contenance tale à 4 400 litres. Le nouveau type pèse environ 40 t. en pression.

[1] Faisant aussi parfois le service (surtout comme renfort) des lignes à fortes rampes.

La chaudière est timbrée à 8,5 kg. et 9,5 kg. suivant les types.

Les trois essieux accouplés sont compris entre le foyer qui est en porte-à-faux et la boîte à fumée. La surface de grille est de 1,12 m², et la surface de chauffe 84 m² environ.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont 0,420 m. de diamètre et 0,600 m. de course, ils sont surmontés des boîtes à tiroir. La distribution est du type Stephenson avec balancier de renvoi. L'essieu arrière est moteur. L'empattement est faible (2,08 m.), le diamètre des roues au contact est de 1,28 m. Les longerons sont intérieurs, les ressorts sont indépendants.

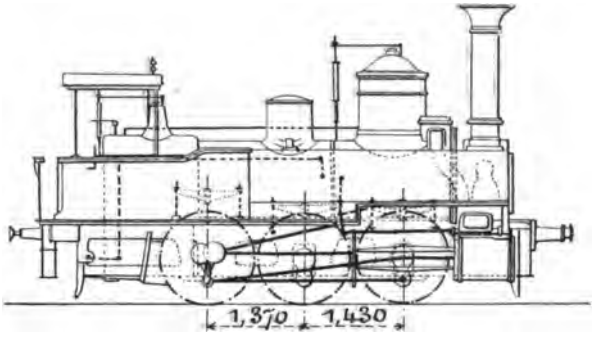


Fig. 67. — Locomotive de gare (série 1011-1114) des *Chemins de fer de l'Ouest.*

Compagnie du Nord. — Les premières machines de gare ont été construites en 1848 par la maison Gouin pour la Compagnie du *Nord;* elles avaient le mécanisme intérieur et les caisses à eau étaient placées latéralement sur le tablier à l'avant. Dans une étude faite en 1866, on allongea les caisses à eau et on rendit moteur le dernier essieu. Ces machines pesaient 30 t. A partir de 1870, on leur appliqua le foyer Belpaire.

La machine de gare à six roues accouplées de la Compagnie du *Nord* (série 3 967-3996) (fig. 68) pèse 32 t. en charge; sa surface de grille est de 1,23 m², sa surface de chauffe de 61,68 m² et le timbre de la chaudière de 8,5 kg. La contenance des caisses à eau est de 3 400 litres.

Les roues ont un diamètre de 1,065 m. au contact et l'empattement n'est que de 2,60 m.

Les cylindres (diamètre 0,400 m., course 0,460 m.) sont extérieurs, ainsi que les boîtes à tiroir et tout le mécanisme, distribution par coulisse Stephenson.

Un autre type (série 3 947-3 966) un peu plus puissant (cylindres de 0,440 m. × 0,440 m.; surface de grille de 1,25 m²) pèse près de 33 t. en charge; les roues ont le même diamètre, mais sont plus rapprochées; l'empattement n'est que de 2,28 m.

La Compagnie du *Nord* possède aussi plusieurs types de machines à huit roues accouplées, provenant de la transformation des anciennes machines Petiet ou construites de 1884 à 1885, qui sont aussi intitulées machines pour fortes rampes (séries 4 566 à 4 631) et présentent, suivant les séries, un empattement variant de 3,33 m. à 4,10 m.; pèsent de 39 à 45 t. en ordre

de service. Foyer Belpaire passant au-dessus des roues, grille de 2,00 m² à 2,62 m², surface de chauffe de 98 m² à 145 m². Elles sont toutes montées sur des roues de 1,065 m. et possèdent des cylindres de 0,480 m. de course et de diamètre.

Enfin, cette administration compte à son effectif de nombreuses locomotives-tenders à huit roues accouplées de types plus récents. La série 4 401-4 445, construite en 1881, est montée snr roues de 1,260 m. et possède des cylindres de 0,460 m. à 0,480 m. de diamètre et de 0,660 m. de course ; le timbre est de 8,5 kg. dans une série, et de 10 kg. dans l'autre. Le poids de ces machines, en ordre de marche, avec 5 100 lit. d'eau dans les caisses et 2500 kg. de charbon, varie entre 50 et 51 t.

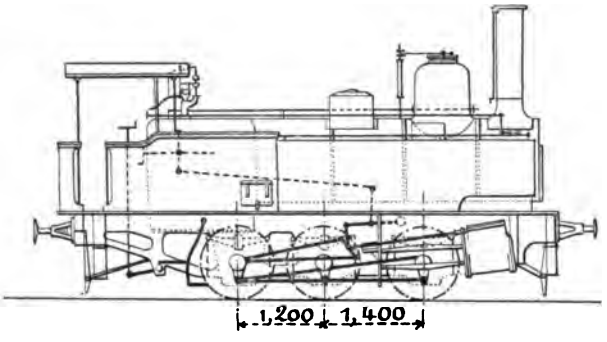


Fig. 68. — Locomotive de gare (série 3967-3996) du *Chemin de fer du Nord.*

La série 4 547-4 550, construite en 1870, est montée sur roues de 1,190 m. et pèse 48 t. en charge ; cylindres de 0,460 m × 0,600 m., surface de grille 1,50 m², surface de chauffe 119 m².

Compagnie de l'Est. — Cette administration possède plusieurs types de machines de gare d'ailleurs très semblables dans leurs grandes lignes. Les premières furent construites en 1853 ; elles avaient des cylindres intérieurs et pesaient 27 t. en charge ; elles sont aujourd'hui transformées ou démolies. Le type le plus récent (Mach. 0,901 à 0,948) (fig. 69) est à cylindres et mécanisme extérieurs. Le troisième essieu, qui est moteur, passe sous la partie antérieure du foyer. Celui-ci est du type Crampton et offre une surface de grille de 1,26 m². Le corps cylindrique renferme 123 tubes d'une longueur utile de 3,32 m., la surface de chauffe totale est de 65 m². Dôme de prise de vapeur surmonté des soupapes ; régulateur à tiroir horizontal placé dans une boîte spéciale à l'avant.

Les cylindres sont extérieurs et légèrement inclinés ; ils ont 0,400 m. de diamètre et 0,460 m. seulement de course. Distribution extérieure par coulisse de Stephenson.

Les roues, très rapprochées, ont un diamètre de 1,09 m. ; l'empattement est de 2,60 m. Le poids est de 35,2 t. avec 4 000 lit. d'eau dans les caisses et 1 600 kg. de charbon.

La même Compagnie compte à son effectif les locomotives-tenders à huit roues accouplées, qui font le service des marchandises sur la ligne de Ceinture

de Paris (Mach. 1 à 13). Les huit premières machines construites en 1869 pèsent 47,30 t. et ont des cylindres de 0,460 m. × 0,600 m. ; les autres qui datent de 1877, ont un poids total en service de 51,63 t. et des cylindres de 0,480 m. × 0,600 m.

Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière, la surface de grille est suivant les types de 1,67 m² ou de 1,99 m². De même, la surface de chauffe est de 118 et 109 m². Les premières machines n'ont pas de dôme, prise de vapeur au moyen d'un tuyau crépiné et régulateur Crampton à l'avant. Les plus

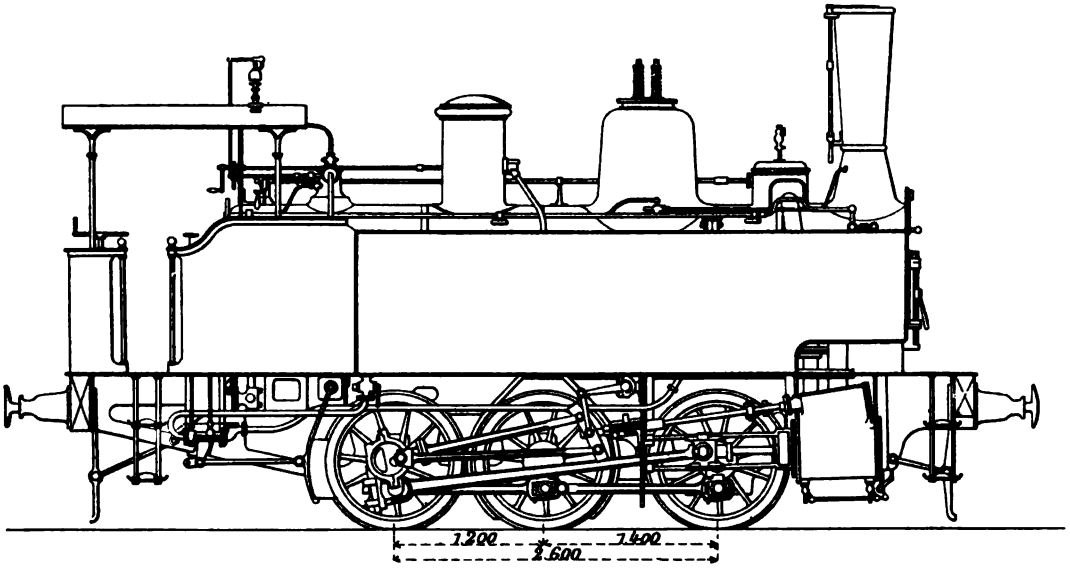


Fig. 69. — Locomotive-tender de gare (série 0,901 à 0,948) des *Chemins de fer de l'Est.*

récentes ont un dôme surmonté des soupapes à charge directe, mais on a conservé le même genre de régulateur.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, sont surmontés des tiroirs actionnés directement par des coulisses de Stephenson.

Les roues ont 1,20 m. de diamètre et présentent un empattement total de 3,89 m. Les longerons sont intérieurs.

Les caisses à eau sont disposées latéralement et s'étendent sur toute la longueur de la machine, elles ont une capacité totale de 5 000 litres.

Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée. — Outre quelques machines-tenders provenant des lignes rachetées, cette administration possède un grand nombre de machines de gare à six roues accouplées dérivant d'un type construit en 1856 par Kœchlin et reproduit successivement sous de légères variantes par différents constructeurs (série 3701 à 3802) (fig. 70).

Les cylindres (0,400 × 0,460 m.) et tout le mécanisme sont intérieurs. Les

roues ont 1,05 m. de diamètre, l'empattement est de 2,60 m. Le foyer est en porte-à-faux. Surface de grille de 0,91 m², surface de chauffe de 62,30 m².

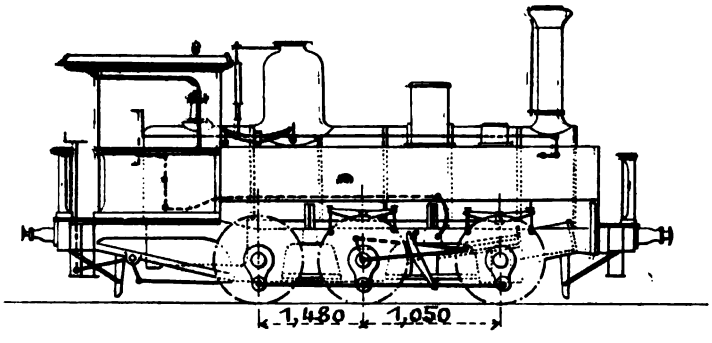


Fig. 70. — Locomotive de gare des *Chemins de fer P.-L.-M.*

Les caisses à eau sont surélevées de manière à dégager le mécanisme intérieur ; leur contenance en eau est de 3 900 litres.

Avec leurs approvisionnements au complet, ces machines pèsent un peu plus de 30 tonnes.

Signalons en passant que la Compagnie de *Lyon* possède quelques machines de gare à deux essieux, couplés, provenant de la ligne Victor-Emmanuel et qui pèsent de 22 à 29 t. avec leurs caisses pleines.

Compagnie d'Orléans. — Vers 1856, M. C. Polonceau fit construire aux ateliers d'Ivry le type bien connu, adopté aussi par la Compagnie de l'*Est :* cylindres extérieurs ; essieu moteur au centre [1] ; caisse à eau unique comprise sous la chaudière entre les longerons ; chaudière sans dôme ; régulateur Crampton ; cylindres de 0,400 m. × 0,460 m. ; roues de 1,05 m. ; poids en charge 27 t. ; empattement de 2,60 m.

Ce type fut réédité avec quelques variantes de 1860 à 1866 ; le troisième essieu était moteur.

En 1893, on créa un nouveau type plus puissant (Mach. 1021 à 1030) monté sur des roues de 1,15 m. et offrant un empattement de 3,25 m. Essieu moteur au centre, cylindres extérieurs de 0,420 m. × 0,500 m. ; coulisses de Gooch ; des caisses à eau étaient disposées latéralement et leur contenance se trouvait portée de 2 000 à 3 800 lit. Poids en charge 38,30 t.

Depuis 1853 on a entrepris la reconstruction de ces machines qui reçoivent la nouvelle chaudière à deux dômes. Leur surface de grille se trouve portée de 1,32 m² à 1,42 m², leur surface de chauffe de 101 m² à 109 m². Dans ces conditions, leur poids atteint 48 t. en ordre de marche.

Deux autres types à roues de 1,05 m. furent construits ultérieurement, l'un de 1877 à 1886, l'autre de 1884 à 1886 (Mach. 1031 à 1074 et 1091 à 1100) (fig. 71). Ils ressemblent beaucoup au précédent. Le premier a des cylindres de 0,400 m. × 0,460 m., une surface de grille de 0,93 m² et un empattement de 2,60 m. ; il pèse 33,6, t. avec 2 900 lit. d'eau dans les caisses. Le second a

[1] Les excentriques étaient montés sur l'essieu arrière.

des cylindres de 0,420 m × 0,500 m., une surface de grille de 1,32 m², et un empattement de 3,25 m. Ils sont tous deux timbrés à 8 kg. et ont, comme les machines antérieures, le foyer porte à faux.

Enfin, la Compagnie d'*Orléans* possède, on le sait, trois puissantes locomotives-tenders à 10 roues accouplées, les seules de ce type actuellement en service en France, et qui ont été construites par M. Forquenot en 1867 pour le service des rampes du Cantal ; ces machines, qui sont décrites dans l'ouvrage de M. Couche, sont montées sur des roues de 1,05 m. Leur chaudière, en acier, est timbrée à 8 kg. Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 2,10 m² et de 227,5 m.² Le corps cylindrique, dont le diamètre moyen est de 1,60 m., renferme 280 tubes. Les caisses à eau ont une contenance de 5 300 lit. Le poids total en charge, dépassé aujourd'hui par des machines à tender séparé et à quatre essieux, est de 59,30 t.

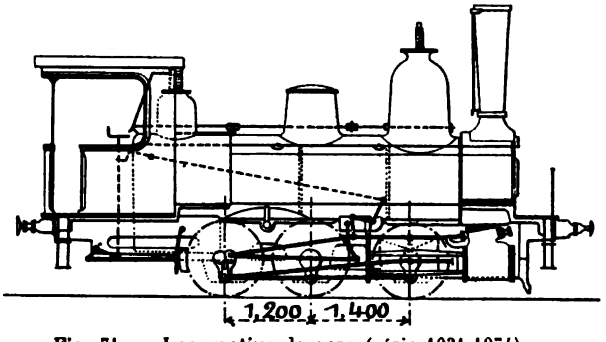


Fig. 71. — Locomotive de gare (série 1031-1074) du *Chemin de fer d'Orléans*.

Compagnie du Midi. — Cette Compagnie possède quelques machines de gare à deux et trois essieux, de construction ancienne, à cylindres intérieurs, pesant de 25 à 29 t. Le type le plus récent (type 461) est à six roues accouplées de 1,405 m., présentant un empattement de 3,040 m. Foyer en porte-à-faux ; surface de grille 1,25 m² ; surface de chauffe 67,63 m² ; cylindres extérieurs de 0,42 m. × 0,60 m. Les caisses à eau sont disposées latéralement. Poids en charge 38,80 t. ; capacité des caisses à eau 4 000 litres.

La même administration compte à son effectif une locomotive-tender à huit roues accouplées, d'un ancien type, dans laquelle les caisses sont placées sous la chaudière. Les cylindres, de 0,460 m. × 0,630 m., sont extérieurs. Surface de grille 1,25 m² ; diamètre des roues 1,20 m. ; poids en charge 40,3 t., dont 3,3 t. d'eau dans les caisses.

Mais le service des gares est surtout fait par des locomotives à quatre roues accouplées encadrant le foyer et comportant un essieu porteur à l'avant, ancien type autrefois étudié pour le service des express et que l'on a transformé et muni de roues de 1,75 m. Les cylindres (0,420 m. × 0,460 m.) sont extérieurs ainsi que le mécanisme. Empattement 4,70 m. ; poids en charge 37,40 t., dont 3,61 t. d'eau dans les caisses.

Chemins de fer de l'État. — Cette administration possède plusieurs types

de locomotives-tenders à six roues accouplées, toutes à cylindres extérieurs, construites de 1892 à 1888 et formant ensemble la série 0301-0399. Ces locomotives sont montées sur des roues d'un diamètre variant entre 1,025 et 1,410 ; ces dernières sont, à vrai dire, des machines à voyageurs. Les cylindres varient de 0,340 m × 0,500 m. à 0,490 m. × 0,600 m. ; la surface de grille, de 0,74 m² à 1,44 m² ; le poids en service, de 20,00 t. à 38,00 t.

Toutes ces locomotives ont le foyer en porte à faux, sauf celles de la série 0306-0310 construites par les ateliers de Tubize en 1872, dans lesquelles la grille passe au-dessus de l'essieu arrière.

CHAPITRE III

EXAMEN DES PRINCIPAUX TYPES DE LOCOMOTIVES USITÉS A L'ÉTRANGER

Conditions générales d'établissement et d'exploitation des principaux réseaux étrangers. — Principaux types de machines employés; leurs caractères particuliers; tendances actuelles. — Monographie des types les plus intéressants. — Grande-Bretagne, Belgique, Suisse, Allemagne, Autriche, Italie, Russie, pays divers du continent européen, Etats-Unis.

GRANDE-BRETAGNE

33. Les Chemins de fer de la Grande-Bretagne, entièrement dus à l'initiative privée, sont tous entre les mains de Compagnies particulières qui, au nombre de cent vingt-six dont quinze grandes sur lesquelles neuf seulement aboutissent à Londres, se partagent le sol du Royaume-Uni. Elles comprennent, dans leur ensemble, un réseau d'environ 34 000 km., représentant un capital d'à peu près 25 000 millions de francs, possédant, en chiffres ronds, 19 000 locomotives, soit plus d'une pour 2 km, et 50 000 voitures à voyageurs.

Toutes ces lignes sont établies d'une manière très substantielle. Les voies à écartement normal de 1,435 m. entre rails (4′ 8″ 1/2) sont composées de rails lourds à double champignon (39 à 49 kg. p. m. c.) reposant sur des traverses équarries, larges et rapprochées, en pin créosoté ; les coussinets, très massifs, pèsent jusqu'à 22 kg. Une épaisse couche de ballast, en pierres, à la partie inférieure tout au moins, donne à cette voie, admirablement entretenue d'ailleurs, une élasticité à peu près irréprochable.

La charge maximum par essieu varie d'une Compagnie à l'autre suivant les besoins ou la solidité des voies et des ouvrages d'art. On admet généralement comme une limite, à l'état statique, une charge de 19 t. fréquemment atteinte par certaines machines à roues libres.

Les premières grandes lignes construites en Angleterre sont à profil très facile et à courbes de grand rayon ; les rampes n'y dépassent pas 4 à 5 mm.

Les principales lignes construites dans la suite, parfois aussi importantes que les premières, sont assez accidentées dans certaines régions, surtout dans le Nord ou le Sud et en Ecosse. Ces lignes, parcourues par les trains les plus rapides, présentent parfois d'assez longues rampes de 8 à 10 mm. et même dans quelques régions de 10 à 13 mm. Enfin, plus récemment, on a construit, comme dans les autres pays, des lignes secondaires à profil réellement difficile (pays de Galles, Écosse, etc.), avec rampes de 15 à 25 mm.

La région s'étendant du sud-est au sud-ouest de Londres est desservie par quatre Compagnies : le *London Chatham and Dover*, le *South Eastern*, le *London Brighton* et le *London and South-Western*, qui sont essentiellement des lignes de voyageurs, fort actives, desservant une région très peuplée mais peu industrielle et qui n'offrent que de petits parcours. Les autres lignes aboutissant à Londres et situées au nord de la Tamise se présentent, de l'ouest à l'est, dans l'ordre suivant : *Great Western*, *London and North Western*, *Manchester Sheffield and Lincolnshire*, *Midland*, *Great Northern* et *Great Eastern*.

Le *Great Western*, qui dessert toute la région ouest et monte au nord jusqu'à Birkenhead (Liverpool), est aujourd'hui le réseau le plus étendu de l'Angleterre (4 000 km.). La voie large de 2,13 m., établie par Brunel en 1835, entre Londres et Bristol, a définitivement disparu en 1892.

Le *London and North Western*, qui a eu pour origine la ligne de Liverpool à Manchester, vient en seconde ligne pour l'étendue du réseau (3 100 km.), mais occupe la première place par l'importance du capital qu'il représente et des recettes qu'il encaisse. Il constitue la route la plus directe de Londres à Birmingham, Manchester, Liverpool, l'Irlande et l'Écosse ; ses trains, empruntant les rails du *Caledonian*, vont jusqu'à Glasgow, Edimbourg et Aberdeen. Ce service est dit de la côte ouest (*West Coast line*) par opposition au service sur l'Écosse du *Great Northern* et de ses alliés qui est dit de la côte est (East Coastline).

Le *Midland* est la seconde Compagnie du Royaume-Uni bien que son réseau ne soit que le quatrième comme étendue. Enclavée entre le réseau précédent et le *Great Northern*, elle leur fait à tous deux une vive concurrence ; cette Compagnie passe pour une des mieux administrées de l'Angleterre. Elle conduit à Leeds, Sheffield, Manchester, Liverpool, et, par l'intermédiaire de Compagnies écossaises, à Glasgow et Edimbourg.

Le *Great Northern* s'élève droit au nord, de Londres à Doncaster et dessert plus ou moins directement Hull, Manchester et Sheffield, en concurrence avec les réseaux précédents. Son service d'Écosse effectué avec le concours du *North Eastern* et du *North British* est célèbre pour sa vitesse.

Le *Great Eastern* dessert toute la partie située immédiatement à l'est et au nord-est de Londres.

Six des grandes Compagnies n'aboutissent pas à Londres. Les plus importantes d'entre elles sont le *North Eastern* qui règne sans conteste dans toute la partie orientale de l'Angleterre située entre Hull et Berwick et dessert Newcastle, Durham et toute une importance région minière ; le *Lancashire and Yorkshire* qui forme, avec le réseau du *Manchester Sheffield* maintenant prolongé jusqu'à Londres, un réseau transversal des plus complexes s'étendant dans la partie la plus riche, la plus industrielle et la plus peuplée de la Grande-Bretagne, comprenant Leeds, Sheffield, Manchester, Bradford et Liverpool. Le *Lancashire and Yorkshire* n'a qu'un réseau de 860 km., mais il réalise annuellement plus de 110 millions de recettes brutes et possède environ 1300 locomotives soit 1,58 par kilomètre.

Les Compagnies écossaises les plus importantes sont : le *North British*, qui, de Carlisle et de Berwick où il se raccorde respectivement au *Midland* et au *North Eastern*, conduit à Édimbourg et relie cette dernière ville à Glasgow, Dundee et Aberdeen ; le *Caledonian* qui correspond avec le *North Western* pour Edimbourg, Glasgow, Aberdeen et le nord de l'Écosse ; le *Glasgow and South Western* qui se soude au *Midland* à Carlisle et le relie à Glasgow. Deux autres Compagnies moins importantes, le *Great North of Scotland* et le *Highland*, se partagent 1 200 km. de voies ferrées desservant le nord de l'Écosse.

L'Irlande est desservie par un réseau de 4 200 km. de chemins de fer à voie de 1,600 m. et 400 km. de voies de 0,910 m. répartis entre une dizaine de Compagnies dont les plus importantes sont le *Belfast and Northern Counties*, le *Great Northern* et le *Great Southern and Western*.

Les réseaux de la Grande-Bretagne, étroitement enlacés et enchevêtrés, sont remarquables par leur extrême activité, en ce qui concerne les services des voyageurs et des marchandises. Certaines grandes lignes du Nord aboutissant à Londres sont maintenant à quatre voies sur une grande partie de leur longueur, à trois voies sur le reste. Les bifurcations sont nombreuses et d'une complication que l'on ne retrouve en aucun autre pays. Toutes les lignes sont exploitées par le block-système absolu.

L'exploitation anglaise se distingue par d'importantes particularités, résultat du tempérament de la race autant que des circonstances, et qui n'ont pas été sans influence sur l'établissement du matériel de traction. Elle se distingue surtout par l'accélération des trains de toute catégorie et surtout par le grand nombre des trains express qui circulent en tous sens. La vitesse commerciale de certains trains rapides des grandes lignes du Nord et de l'Ouest : *Great Western*, *Midland*, *Great Northern*, *North Eastern*, *Caledonian*, atteint jusqu'à 87 km. à l'heure. Depuis peu d'années, le *Caledonian* détient le record de la vitesse avec un train de Carlisle à Edimbourg qui marche, sur une ligne pourtant de profil difficile, à raison de 98 km. (vitesse

moyenne de marche). Entre Manchester et Liverpool, trois Compagnies concurrentes mettent journellement en marche 100 express dont 27 effectuent en 40 minutes et 65 en 45 minutes le trajet de 51 à 55 km.; ceux du *Lancashire and Yorkshire* qui ont un parcours un peu plus long (58 km.), l'effectuent aussi en 45 minutes, bien que beaucoup soient soumis à un arrêt intermédiaire.

Le tableau ci-après résume d'ailleurs[1] les principaux parcours effectués sans arrêt au cours de l'été de 1896 et les vitesses moyennes de marche les plus élevées de trains réguliers :

DÉSIGNATION des Compagnies.	NOMS DES STATIONS	DISTANCES parcourues sans arrêt.	TEMPS employé pour le parcours.	VITESSE en kilomètres à l'heure.
		kilom.	heures.	
Caledonian.	Perth à Forfar.	52,3	0 32	98
Id.	Carlisle à Stirling.	189,5	2 5	90,9
Id.	Carlisle à Eglinton Street.	162,943	2 1	80,5
Id.	Carlisle à Edimbourg.	162,17	2 0	80,9
G et S. W.	Adrossan à Paisley.	32,6	0 25	93,6
G. Northn.	Grantham à York.	133,2	1 28	90,6
Id.	King's Cross à Newark.	193,1	2 20	82,7
Id.	Peterborough à York.	179,8	2 1	89
Id.	King's Cross à grantham	169,4	1 54	89
Id.	Grantham à Finsbury Park	165,4	2 1	81,9
L. et N. W.	Wigan à Carlisle.	169,4	1 52	90,8
Id.	Euston à Crewe	254,3	2 55	86,9
Id.	Crewe à Willesden	245,8	3 8	78,4
Id.	Crewe à Carlisle	227,3	2 40	85,1
Id.	Preston à Rugby.	203,6	2 32	80,3
M. S. et L.	Grantham à Retford	53,5	0 36	88,8
N. Eastern.	Newcastle à Edimbourg.	207,6	2 17	87,7
Midland.	Kettering à Nottingham.	83,3	0 58	86
Id.	St. Pancras à Nottingham.	199,2	2 23	83,5
G. Western.	Paddington à Bath	172,2	2 0	85,8
Id.	Paddington à Exeter	312,2	3 45	82,7
Id.	Newport à Paddington	230,9	2 58	77,7
Id.	Paddington à Bristol	190,7	2 15	84,6
Id.	Leamington à Paddington.	170,6	2 0	85,3
L. et York.	Southport à Salford.	53,9	0 39	82,9
G. Eastern.	Trowse à Ipswich.	72,8	0 53	82,4
S. Western.	Salisbury à Vauxhall	132,3	1 38	81,1
Id.	Bournemouth East à Vauxhall. . . .	171,4	2 12	77,7
Id.	Waterloo à Christchurch.	167,8	2 14	75
N. British.	Haymarket à Cowlairs.	71,3	0 53	80,6
S. Eastern.	Paddock Wood à Sandling	49,	0 37	79,5
Chatham.	Herne Hill à Dover Pier.	119,9	1 32	78,2
Brighton.	London-Bridge à Brighton.	81,3	1 5	75,6

Ce tableau montre que le parcours le plus long effectué sans arrêt est de Londres (Paddington) à Exeter (312,2 km.), à la vitesse moyenne de 85,8 km. à l'heure ; vient ensuite celui de Euston à Crewe (254,3 km.), effec-

[1] D'après le *Railway Engineer.*

tué à la vitesse moyenne de 86,9 km. par les meilleurs trains. Les parcours sans arrêt supérieurs à 150 km. sont assez nombreux; à l'exception du *Caledonian* et du *Midland*, la traction est assurée, sur ces sections, par des machines dont les tenders comportent les appareils nécessaires pour les prises d'eau en cours de route.

La vitesse la plus élevée est obtenue sur le *Caledonian Railway* entre Perth et Forfar (52,3 km. en 32 minutes), sur une ligne dont le profil ne peut être considéré comme facile et qui présente entre autres une rampe de 8 mm. sur une longueur de 14,5 km. La vitesse moyenne de 98 km. obtenue sur un parcours semblable et aussi court peut être considérée comme un très beau résultat.

Jusque récemment, les Compagnies anglaises se sont plutôt attachées à multiplier les trains qu'à accroître leur poids, qui ne dépassait guère 170 t., non compris machine et tender. La fréquence des trains a cependant une limite, dès maintenant atteinte sur certains réseaux, et quelques Compagnies ont dû se résoudre, comme ailleurs, à accroître le tonnage des meilleurs express, non seulement pour faire face à l'accroissement du trafic, mais aussi pour satisfaire aux exigences de plus en plus grandes du public sous le rapport du confort, et qui se traduisent par l'augmentation du poids mort. Pour remorquer ces trains de 200 à 240 t., qui ne sont plus rares aujourd'hui sur quelques grandes lignes, à des vitesses qui tendent encore à s'accroître, et pour éviter la double traction si onéreuse, il a fallu renforcer les types de machines existants qui se trouvaient déjà auparavant à la limite de leur puissance, malgré la qualité excellente du combustible employé. De là l'apparition, toute récente en Angleterre, de quelques types de locomotives beaucoup plus puissants et qui, encore un peu exceptionnels, indiquent une tendance nouvelle mais dès maintenant très marquée.

Jusqu'ici, le service des marchandises reste opéré comme précédemment, suivant une pratique bien différente de celle des autres contrées, au moyen de trains relativement très légers et rapides, méthode peu économique, mais qui, dans un pays à trafic intense, a l'avantage d'assurer le dégagement des grandes lignes, sillonnées de trains rapides, et de mieux utiliser le matériel. Toutefois, le *London and North Western*, dont la grande ligne, dédoublée, comporte quatre voies sur une grande partie de sa longueur, a augmenté, depuis quelques années, le tonnage de ses trains de houille descendant vers Londres et a adopté en 1891 un type de machine à huit roues accouplées destiné à les remorquer, le premier de ce genre mis en service en Angleterre. Il est encore difficile de dire si ce n'est là qu'une expérience isolée ou s'il faut y voir la première manifestation d'une tendance nouvelle.

L'emploi des appareils Ramsbottom, permettant les prises d'eau en cours de route, introduit en 1862 au *London and North Western*, s'est beaucoup

répandu en Angleterre dans ces dernières années. Outre la Compagnie citée ci-dessus, quatre autres (*North Eastern, Great Eastern, Great Western, Lancashire and Yorkshire*) ont adopté cette pratique; les premières pour leur grande ligne seulement, la dernière pour plusieurs sections de son réseau (les machines-tenders elles-mêmes sont munies d'une écoppe pour prise d'eau en route).

Les Compagnies anglaises possèdent des ateliers plus ou moins importants, d'où sort la presque totalité de leur matériel. La plupart d'entre elles et les plus importantes : le *London and North Western*, le *Great Northern*, le *Highland*, le *Great Eastern*, le *North Eastern*, le *Lancashire and Yorkshire*, construisent elles-mêmes toutes leurs locomotives; d'autres, comme le *Brighton*, le *South Eastern*, le *Chatham*, le *Midland*, le *Caledonian*, construisent la plus grande partie de leurs machines, mais s'adressent à l'industrie privée en cas de presse lors des renouvellements ou des augmentations importantes d'effectif.

34. Généralités sur les locomotives usitées par les principales Compagnies de chemins de fer de la Grande-Bretagne. — L'uniformité des conditions d'exploitation en Angleterre, la qualité à peu près constante du combustible employé, les tendances communes des ingénieurs de toutes les Compagnies, ont amené la création de types de locomotives peu nombreux, nettement caractérisés, faciles à reconnaître à première vue et différant de moins en moins entre eux, d'une Compagnie à l'autre. Ces types, appropriés dès l'origine aux grandes vitesses, les porte à faux en ayant toujours été strictement exclus, ont eux-mêmes fort peu changé depuis une quinzaine d'années et n'ont guère subi que des modifications de détail ou un accroissement de leurs dimensions absolues. D'ailleurs, les anciennes machines sont mises à la réforme beaucoup plus tôt qu'il n'est d'usage sur le continent, ce qui ne contribue pas peu à cette remarquable uniformité.

Grâce à cette réforme hâtive, on ne trouve plus guère en Angleterre d'anciennes machines, de faible puissance, comme beaucoup de celles qui font encore, dans la plupart des contrées, un bon service sur les lignes d'embranchement; mais, d'autre part, on n'y voit pas non plus de locomotives de puissance exceptionnelle, comme sur quelques réseaux du continent européen, et surtout d'Amérique. En un mot, la puissance moyenne des machines en service est aussi grande que partout ailleurs, les Etats-Unis exceptés; elle ne passe pas par les extrêmes que l'on peut constater en divers pays.

D'ailleurs, les locomotives anglaises forment une catégorie à part et on ne peut juger de leur puissance d'après les mêmes éléments de mesure que pour les machines usitées dans d'autres pays ou par simple comparaison de leurs

dimensions absolues, car l'excellent combustible qu'elles consomment, la manière dont elles le brûlent, le tirage violent, concourent à assurer une grande vaporisation par unité de surfaces de grille et de chauffe et à diminuer notablement leur poids par unité de surface de grille, ce qui est une condition favorable, on le sait, pour les services de grande vitesse.

On ne s'est jamais départi, en Angleterre, d'une ligne de conduite très différente des tendances que l'on peut constater dans d'autres pays. Tandis qu'ailleurs, en Belgique et aux Etats-Unis particulièrement, on cherchait à accroître considérablement les surfaces de grille et de chauffe, soit pour permettre l'emploi de combustibles inférieurs, soit pour faciliter la conduite et augmenter la puissance, les ingénieurs anglais s'en tenaient fidèlement à cet idéal d'obtenir le travail maximum par unité de poids ou de surface de grille des machines, considérant comme avantageux de n'employer que de très bons combustibles, d'ailleurs peu onéreux en Angleterre. Grâce à l'emploi de ces charbons de première qualité, à la manière dont la chauffe est conduite et réglée, les Anglais ont pu effectuer des services difficiles, en tant que poids et vitesse des trains, avec des machines qui partout ailleurs seraient aujourd'hui considérées comme n'étant pas de grande puissance.

Le charbon, en gros morceaux, est empilé dans le foyer, toujours profond et muni d'une voûte en briques, jusqu'à venir, vers l'arrière, au ras de la porte. Le tirage le plus intense ne risque pas d'amener des entraînements de combustible ; la porte du foyer, toujours ouverte, permet l'introduction d'une masse d'air suffisante pour brûler les gaz produits en abondance. Avec une telle méthode de chauffe et l'emploi de ce charbon en gros morceaux, ce n'est plus la surface de grille qu'il faut considérer, mais le cube du combustible contenu dans le foyer. La masse de charbon, brûlant à la fois dans le foyer de dimensions modérées d'une de ces machines, peut être aussi ou même plus considérable que sur les plus vastes grilles usitées sur le continent. Les chaudières des locomotives anglaises peuvent développer de 500 chev. à 600 chevaux indiqués par mètre carré de surface de grille.

Le chargement par couche épaisse est le meilleur de tous parce qu'il permet de développer la puissance maximum par unité de surface de grille[1], mais il nécessite l'emploi de bonnes houilles peu friables et demi-grasses, brûlées en morceaux assez gros et exige un violent tirage. Il ne présente, en outre, toute son efficacité que si l'on ajoute au foyer une voûte en briques et un auvent ou une porte à déflecteur permettant des rentrées d'air au-dessus du feu, nécessaires pour brûler les hydrocarbures et l'oxyde de carbone qui se produisent en abondance, lorsque le chargement est ainsi opéré. La plupart des locomotives anglaises fonctionnent en toute circonstance avec

Voici à ce sujet la *Chaudière locomotive*, par G. Richard.

la porte du foyer *entièrement ouverte;* beaucoup d'entre elles comportent un écran qui empêche, la nuit, le rayonnement du feu d'éblouir le mécanicien et de gêner la vue des signaux.

Nous avons d'ailleurs, en France, un exemple isolé du même état de choses donné par les locomotives de la Compagnie d'*Orléans*, lesquelles, bien que profondément différentes sous tous les autres rapports, fonctionnent dans des conditions analogues. Grâce à l'emploi du foyer Ten-Brinck et à une conduite des feux peu différente en principe de celle que nous avons mentionnée ci-dessus, cette Compagnie a pu continuer à faire le service de ses trains rapides les plus lourds avec des machines n'ayant que 1,70 m² de surface de grille, surface inférieure même à celle des locomotives anglaises de construction récente, et cela dans de très bonnes conditions économiques.

On demeure étonné de la puissance que certaines machines anglaises sont capables de développer, à ne considérer que leurs principales dimensions. Certaines d'entre elles, ayant une surface de grille de 1,68 m² et une surface de chauffe de 110 m², effectuent couramment, dans des conditions satisfaisantes, des services de trains rapides pesant 200 t., sans compter machine et tender et tracés, sur des lignes qui parfois sont difficiles, à une vitesse commerciale de 80 km à l'heure; elles brûlent, dans ces conditions, de 700 à 800 kg. de charbon par mètre carré de grille et par heure de marche.

Le principe dont nous parlions tout à l'heure restera longtemps encore observé en Angleterre, et l'on doit attribuer l'augmentation du volume des chaudières, que l'on constate depuis peu d'années sur certains réseaux (*North Eastern*, *Caledonian*), non pas à l'apparition de nouvelles tendances, mais à l'accroissement de poids et de vitesse des trains, et surtout à la nécessité de marcher plus vite sur les rampes résultant de la diminution de temps alloué pour les parcours.

D'ailleurs les machines anglaises, qui sont très compactes, offrent en général une surface de chauffe plus grande qu'on ne pourrait le croire, d'après le volume extérieur de leur chaudière ; les tubes sont de petit diamètre et nombreux et les foyers, profonds, présentent une grande surface directe. Ainsi, les express à roues indépendantes du *Midland*, qui offrent un poids total de 43,7 t. en charge et n'ont, bien qu'à bogie, qu'un empattement de 6,640 m., possèdent en nombres ronds une surface de chauffe de 115 m³ et une surface de grille de 1,82 m².

En résumé, les surfaces de grille et de chauffe de toutes ces locomotives sont très actives, les premières à cause de l'intensité du tirage et du mode de combustion, les secondes par suite de la faible longueur du faisceau tubulaire.

L'accélération, déjà très ancienne en Angleterre, des trains de toute catégorie ; l'absence complète de trains lents, même pour le transport des

marchandises les plus lourdes, a fait renoncer dès l'origine, en ce pays, aux locomotives présentant des porte à faux à l'arrière ou à l'avant. On ne trouverait pas, dans toute la Grande-Bretagne, une seule locomotive ayant le foyer en porte à faux. En ce qui concerne les machines à adhérence totale, on fait usage des cylindres intérieurs, surtout afin de les reporter vers l'arrière, contre l'essieu avant, et diminuer leur porte à faux aussi bien que la surcharge de la première paire de roues.

Le système compound ne jouit pour le moment d'aucune faveur en Angleterre dans son application aux locomotives. Les machines Worsdell à deux cylindres du *Great Eastern* et du *North Eastern* ont même été pour la plupart transformées en machines à cylindres égaux. Le *London and North Western* seul emploie en service courant, sur une certaine échelle, des locomotives compound qui appartiennent au type Webb à trois cylindres, mais on ne devrait pas croire que ces machines soient seules chargées des services les plus rapides et des trains importants, confiés aussi à des machines à simple expansion, d'un type antérieur mais reproduit depuis l'apparition des compound.

L'insuccès du mode compound en Angleterre rapproché de la réussite complète du même système en France semble une démonstration assez nette des avantages du type à quatre cylindres, seul usité chez nous, tandis que les réseaux anglais qui ont abandonné le fonctionnement à double expansion, n'employaient que des locomotives à deux cylindres avec démarrage automatique. On en trouve encore une vérification dans ce fait que les seules locomotives compound qui aient donné toute satisfaction en service et soient encore usitées, sont les machines à trois cylindres de M. Webb qui s'en rapprochent.

D'ailleurs le succès des locomotives françaises à quatre cylindres semble avoir attiré beaucoup d'attention en Angleterre. Au moment où nous écrivons ces lignes, nous apprenons que les Compagnies du *L. and N. W.*, et du *G. and S. W.* font construire chacune une machine d'essai de ce type.

Une particularité intéressante et spéciale du matériel anglais consiste dans l'uniformité des dimensions et des dispositions générales existant entre les locomotives d'un même réseau, quelle que soit leur destination, indépendamment de l'uniformité des machines de même catégorie des différentes Compagnies. La prédominance absolue des considérations d'ordre pratique sur les conceptions théoriques ou scientifiques est bien nette dans l'étude des machines anglaises. Par exemple, les dispositions et les proportions d'ensemble et de détail sont établies plutôt en vue d'assurer la facilité de la construction et l'interchangeabilité des principaux organes d'un type à l'autre qu'en ce qui concerne leur appropriation complète, leur spécialisation à un service déterminé.

Les locomotives express, de banlieue, à marchandises, d'un réseau quelconque, appartiennent en réalité à un seul et même type, en ce qui concerne la disposition générale; elles ont bien souvent même chaudière, mêmes cylindres, même mécanisme, mêmes accessoires, et ne diffèrent guère que par le nombre, le diamètre et l'arrangement des roues accouplées ou porteuses, la forme et la longueur des longerons. Cette situation, qui a d'abord été le résultat d'une grande similitude entre les conditions d'exploitation des services à voyageurs et à marchandises, — ce dernier effectué à l'aide de trains relativement rapides et légers — autrement dit des différences peu accentuées existant entre les vitesses et les poids des deux catégories de trains, les machines, appelées à les remorquer, ayant sensiblement à développer la même puissance. Dans la suite, l'unification du matériel s'est complétée par l'application du principe de l'interchangeabilité, poussé jusqu'aux dernières limites par certaines Compagnies qui n'emploient ou tendent à n'employer pour toutes leurs locomotives, comme nous venons de le dire, qu'un type de chaudière, de cylindre et de mécanisme. Les machines ainsi constituées sont dénommées *standards*.

En principe, la locomotive anglaise est une machine convenablement proportionnée, de dimensions moyennes, bien étudiée, surtout au point de vue de l'ensemble, assez massive et très compacte, d'un aspect extérieur à la fois symétrique et simple ; elle est rehaussée de peintures très soignées.

Le gabarit, plus restreint en Angleterre que partout ailleurs, limite la hauteur des machines à 4,00 m. au maximum et leur largeur à 2,40 m. au plus.

La chaudière, à tubes courts (3,20 m. à 3,50 m.), est placée en moyenne à une assez grande hauteur au-dessus des rails (2,25 m. à 2,48 m. de l'axe du corps cylindrique au rail) et ne porte qu'un dôme de petites dimensions renfermant toujours le régulateur, qui est invariablement à tringle et tuyaux intérieurs. Ce foyer, muni d'une voûte en briques, presque toujours du type Crampton, avec armatures par fermes longitudinales, est très profond et plonge toujours entre deux essieux qui l'encadrent, de sorte qu'il n'y a jamais de porte à faux à l'arrière.

La surface de grille varie entre 1,60 m² et 2,00 m², encore ce dernier chiffre ne s'applique-t-il qu'à des machines très récentes. La surface de chauffe est comprise entre 100 et 140 m², elle est le plus souvent voisine de 130 m². Les machines de construction récente sont généralement timbrées entre 12 et 13 kg.

La boîte à fumée est généralement en saillie, elle n'est jamais cylindrique mais rectangulaire dans sa partie inférieure. La cheminée est courte, en raison de la hauteur des chaudières et surtout des dimensions réduites du gabarit. La porte de boîte à fumée est toujours ronde et à battant unique avec fermeture au centre.

Les cylindres sont intérieurs, à part quelques exceptions de plus en plus rares; les mécanismes de distribution et les tiroirs le sont toujours. Autrefois, on plaçait invariablement les tiroirs verticalement, entre les cylindres; les ingénieurs anglais renoncent de plus en plus à cette disposition que l'accroissement de plus en plus marqué du diamètre des cylindres rend d'application difficile. Le diamètre des cylindres varie de 0,440 m. à 0,500 m., avec une course qui est parfois de 0,610 m., plus fréquemment de 0,660 m. Dans l'immense majorité des cas, la distribution est effectuée par de simples coulisses de Stephenson à flasque unique, avec relevage par un levier, moins souvent par une vis.

Les organes du mécanisme sont massifs et étudiés bien plus en vue de faciliter le travail de l'outil et de réduire le prix de revient que d'après les règles de la résistance des matériaux. Les bielles d'accouplement sont toujours à têtes rondes, sans rattrapage de jeu.

L'échappement est toujours à tuyère circulaire fixe placée vers la hauteur de la rangée supérieure des tubes. La cheminée ne comporte jamais ni écran ni capuchon, mais elle est souvent munie d'un chapiteau décoratif.

Les longerons sont généralement intérieurs dans les machines récentes; mais on a fait autrefois un usage fréquent du châssis extérieur à doubles longerons, qui est conservé par deux Compagnies, le *Midland* pour les machines à roues libres, et le *Great Western* pour la plupart de ses locomotives à voyageurs. Une seule Compagnie (*L.-S.-W.*) fait usage de balanciers de répartition; les voies, il est vrai, sont très bonnes. On emploie fréquemment les ressorts hélicoïdaux pour les essieux moteurs et accouplés.

Le diamètre des roues motrices est en général plus élevé que partout ailleurs et varie entre 2,28 m. et 2,50 m. pour les machines à roues libres, entre 1,98 m. et 2,20 m. (exceptionnellement 2,32 m.) pour les locomotives express à quatre roues accouplées, et 1,70 m. à 1,80 m. pour les machines de banlieue; il est ordinairement de 1,50 m. à 1,55 m. pour les machines à marchandises.

On fait maintenant un usage presque général du bogie, pour les machines express et de banlieue; les boîtes radiales sont aussi très usitées.

Toutes les machines sont munies d'un abri en tôle fermé sur le côté, mais assez court, que l'on a tendance à allonger depuis quelques années, et d'une forme spéciale qui lui a fait donner en Angleterre le nom de *cab*.

En ce qui concerne les matériaux adoptés, on ne constate guère de variation dans la pratique des différentes Compagnies. Leurs chaudières sont presque toujours en acier doux, les boîtes à fumée en fer, les foyers en cuivre et les tôles en laiton, en cuivre ou en acier. Les longerons sont en tôle d'acier, les glissières des boîtes en fonte ou en acier moulé, les boîtes en

bronze ou en acier, les roues en fer forgé ou en acier moulé (jamais en fer matricé), les essieux droits en acier, les essieux coudés en acier ou en fer, les bielles en acier; les cheminées sont très souvent en fonte dans les derniers modèles.

Les machines anglaises comportent ordinairement (*Midland* et *Brighton* exceptés) des soupapes à charge directe placées au-dessus du foyer et dérivées du type Ramsbottom. Une petite colonnette, généralement placée à l'arrière du foyer dans l'abri, porte toutes les prises de vapeur auxiliaires. Le tuyautage et le tringlage sont disposés avec symétrie et dissimulés à la vue dans la mesure du possible, il en est de même des sablières toujours placées

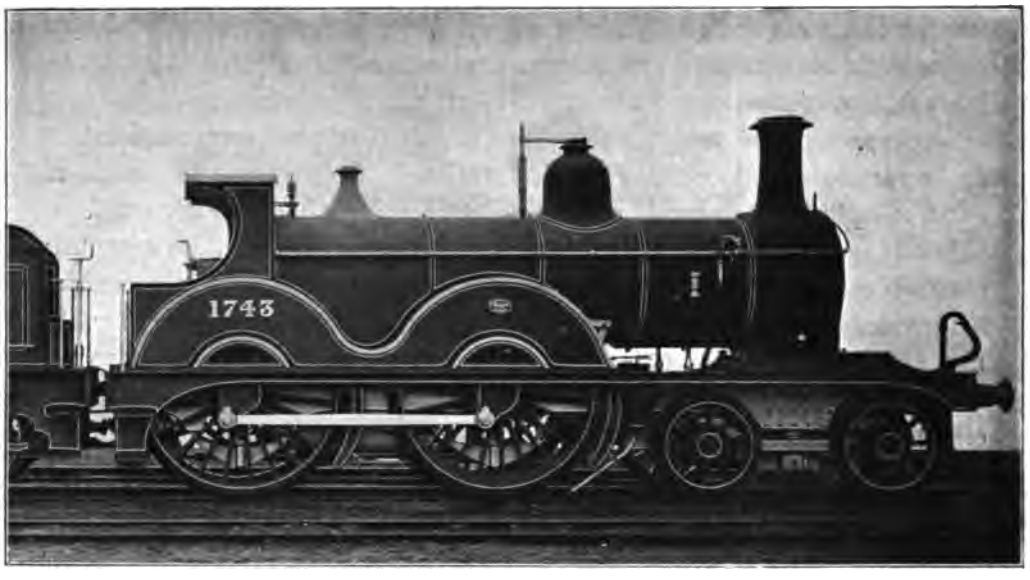


Fig. 72. — Type de locomotive anglaise à grande vitesse (*Midland Railway*).

sur ou sous le tablier, jamais sur le corps cylindrique. Le tablier est assez bas et n'est jamais à redan; il offre une ligne parfaitement droite d'une traverse à l'autre, qui se continue par celui du tender. Les Anglais tiennent en effet beaucoup à l'aspect de leurs machines (fig. 72).

Grâce à un goût mécanique très développé, les Anglais sont arrivés à concevoir, pour leurs locomotives, un idéal particulier de formes résultant du choix heureux des proportions autant que de la combinaison de lignes simples et régulières, d'une étude minutieuse de l'arrangement des moindres organes, dont ils ne s'écartent à aucun prix. L'immense développement des voies ferrées dans la Grande-Bretagne, sillonnant les villes elles-mêmes, l'emplacement des gares, au cœur des cités, mettant en contact constant la population avec les chemins de fer, joints à une tournure d'esprit spéciale ont créé ce besoin tout local de faire de la locomotive une chose élé-

gante et simple qui, mêlée à la vie journalière de tous, s'harmonise avec les milieux les moins faits pour elle en apparence, n'éveille aucune idée de conception savante ou de complication mécanique.

Cette question d'aspect que la concurrence a certainement contribué à développer en Angleterre, chaque Compagnie éprouvant le besoin de se signaler à l'attention du public, qui s'occupe de ces choses plus qu'en d'autres pays, par l'élégance et la bonne tenue de ses machines, n'est, en somme, pas tant à dédaigner. Elle indique après tout, quand on ne lui sacrifie aucune condition essentielle, que la mécanique, à un certain degré de perfectionnement, peut devenir un art ; la recherche des formes n'apparaît que quand les caractères essentiels se trouvent fixés. La nature, du reste, n'a pas procédé autrement dans la série successive de ses créations, les formes se perfectionnant avec les organismes. Nous n'entendons nullement en conclure que les locomotives anglaises soient les plus parfaites ; nous désirons seulement insister sur ce que leurs constructeurs se sont les premiers efforcés de réaliser cette perfection des formes qui est le couronnement de toute création matérielle. Cette recherche de l'aspect extérieur n'est d'ailleurs pas sans résultats pratiques ; outre qu'elle n'entraîne aucune dépense supplémentaire, elle développe le goût du public pour les chemins de fer et stimule le zèle du personnel.

Chacune des Compagnies anglaises, pour que son matériel, dans les gares communes, puisse être facilement reconnu et différencié de celui du voisin, peint ses locomotives d'une couleur distinctive qui lui appartient en propre, souvent très claire et toujours exécutée et entretenue avec grand soin. Les mêmes couleurs ne sont, autant que possible, employées que par des réseaux n'ayant aucun point de contact[1]. Nous en donnerons un exemple typique. Dans la gare de Carlisle convergent les rails de six grandes Compagnies, dont trois écossaises, les unes alliées, les autres concurrentes. Chacune de ces Compagnies a adopté pour ses machines une couleur nettement différente, qui ne permet pas aux yeux les moins exercés de les confondre ; les machines des réseaux anglais sont respectivement peintes en noir, vert clair et rouge brun ; celles des lignes écossaises sont peintes en bleu, brun jaune et vert foncé.

[1] Le vert très clair est adopté par le *London and South Western*, le *North Eastern*, le *Manchester Sheffield* et le *Great North of Scotland*, mais avec des différences de ton, le vert pomme par le *Great Northern*, le vert foncé par le *Glasgow and South Western* le *South Eastern* et le *Great Western* (cette dernière Compagnie peint toutefois les longerons, couvre-roues et abris en brun), le brun-jaune par le *Brighton* (clair) et le *North British* (foncé), le brun-rouge par le *Midland* et le *Metropolitan*, le bleu par le *Caledonian* et le *Great Eastern*, le brun-noir par le *London and North Western* le noir par le *London Chatham* et le *Lancashire and Yorkshire*. Ces peintures sont très soignées et restent fraiches très longtemps ; des filets blancs, jaunes, bruns noirs ou verts relèvent le panneautage et accentuent les contours. Les machines à marchandises sont souvent peintes de couleurs moins claires et plus économiques que les locomotives à voyageurs.

35. Classification des locomotives anglaises. — Les locomotives usitées en Angleterre appartiennent à l'un des types suivants, qui se répandent de plus en plus généralement, à l'exclusion de tous les autres :

1° *Pour le remorquage des trains de voyageurs de grande ligne :*

(*a*) Machines à roues motrices indépendantes, de 2,16 m. à 2,50 m. de diamètre, comprises entre deux essieux porteurs ou plus souvent entre un bogie placé à l'avant et un essieu porteur situé à l'arrière du foyer. Les cylindres sont intérieurs excepté pour un type ayant des roues de 2,50 m. (*Great Northern*).

(*b*) Machines à quatre roues accouplées sur l'arrière, de 1,98 m. à 2,33 m. de diamètre pour les express, de 1,75 m. à 1,80 m. pour les trains mixtes ou le service de quelques lignes à profil difficile, encadrant le foyer, profond. Les cylindres sont intérieurs sauf pour les machines de deux Compagnies (*South Western* et *Highland*) et dans quelques anciennes locomotives.

Ces deux types de machines présentent généralement une surface de chauffe de 100 à 130 m², une surface de grille de 1,65 à 2,00 m²; les cylindres ont en moyenne 0,450 à 0,500 m. de diamètre avec une course rarement inférieure à 0,660 m. La charge maximum par essieu moteur ou accouplé s'élève fréquemment à 18 t. L'empattement total, même dans les machines à bogie, ne dépasse pas 7,00 m.

2° *Pour le remorquage des trains de banlieue :* Machines à quatre roues accouplées de 1,75 m. à 1,80 m. de diamètre, entre les essieux desquelles descend le foyer. Ces machines comportent quelquefois, dans les anciens types, un essieu porteur à l'avant; toutes les machines récentes sont munies soit d'un bogie à l'avant ou à l'arrière, soit de deux essieux porteurs placés dans les bouts et encadrant les roues accouplées, soit d'un bogie à l'avant et d'un essieu porteur à l'arrière, ou même, dans un type tout récent, d'un bogie à chaque bout.

Ces locomotives résultent d'une simple transformation de l'un des types de la série précédente et de son adaptation à l'addition de caisses à eau et à combustible.

3° *Pour le service des marchandises :* Machines à six roues accouplées de 1,50 m. à 1,60 m., toujours à cylindres intérieurs; le foyer se trouve placé entre les deux essieux arrière.

Sur quelques lignes de faible longueur, on fait usage de machines-tenders à six roues accouplées soit à adhérence totale, soit avec essieu porteur à l'arrière.

Les machines de ces derniers types ont à peu près les mêmes cylindres et les mêmes chaudières que les express.

MACHINES A TENDER SÉPARÉ

36. Locomotives à roues indépendantes. — Nous avons vu, dans les généralités exposées au début de ce chapitre, que les locomotives à roues indépendantes, qui avaient disparu chez nous d'une manière à peu près complète, restaient en Angleterre, où des types nouveaux et puissants ont été construits dans les dix ou douze dernières années, chargées du service des trains les plus rapides, même quand ils atteignent des poids que l'on serait tenté de croire très supérieurs à leurs moyens d'action. Bien plus, deux des Compagnies les plus importantes, le *Great Western* et le *Great Northern* n'ont pas, à vrai dire, d'autres types de machines à grande vitesse. Elles possèdent bien des locomotives à quatre roues accouplées, mais ce sont en réalité des machines mixtes dont les roues n'ont que 1,98 m. de diamètre et dont les chaudières sont assez faibles. On ne les attelle jamais aux trains rapides, du moins sur la grande ligne. Une autre Compagnie, également importante, celle du *Midland*, emploie concurremment les machines à roues libres et à quatre roues accouplées pour ses services rapides ; mais elle a, dans les dix dernières années, beaucoup développé l'usage des premières qui remorquent ses meilleurs trains, particulièrement sur la ligne de Nottingham qui est la plus facile du réseau. Le *North Eastern* et le *Great Eastern* emploient aussi de puissantes locomotives à essieux indépendants, mais d'une manière moins exclusive. Le *Brighton* possède quelques machines de ce type très bien proportionnées quoiqu'un peu faibles aujourd'hui, qui ont été mises en service par M. Stroudley en 1876 (type *Grosvenor*), et remorquent souvent encore les express de Londres à Brighton. Parmi les grandes Compagnies qui n'ont pas fait construire de machines à roues libres de types modernes, et par conséquent ne les emploient pas sur leurs grandes lignes, nous citerons le *London and North Western* et le *South Western*.

Les machines à essieux indépendants possèdent, on le sait, de réelles qualités : simplicité relative, marche plus régulière et plus douce, entretien moins onéreux et meilleur rendement mécanique ; elles constituent le type par excellence de la machine à grande vitesse, quand les charges sont modérées et les profils faciles.

D'autre part, pour que le poids adhérent soit en rapport avec le tonnage de trains aussi lourds que le sont aujourd'hui la plupart des trains express, il faut admettre pour l'essieu moteur une charge que beaucoup d'ingénieurs considèrent comme excessive, mais qui n'a rien d'absolu en elle-même, limitée en réalité qu'elle est par le degré de solidité de la voie ou de l'infras-

tructure. Or, la machine à roues libres a survécu en Angleterre parce que les voies se sont trouvées renforcées au moment où elle allait disparaître et que les Compagnies ont admis que ces voies pouvaient admettre des charges de 17 à 19 t. par essieu. On ne doit pas oublier toutefois que, même dans ces conditions, la renaissance de ce type de locomotive, un instant relégué au second plan comme dans les autres pays par le poids sans cesse croissant des trains rapides, n'est survenue qu'après l'apparition de la sablière à vapeur dont l'emploi judicieux revient en somme à un accouplement facultatif. La machine à roues libres est maintenant à son apogée en Angleterre, mais nous doutons qu'elle puisse longtemps soutenir la lutte contre l'accroissement du tonnage des trains rapides, résultant surtout de la généralisation des voitures à couloir, intercirculation et toilette, et des véhicules de luxe, à moins que l'on ne juge possible d'accroître encore la charge déjà considérable de leurs essieux moteurs ou d'un changement peu probable des méthodes d'exploitation. On ne doit cependant pas envisager comme signe d'un revirement ce fait que la Compagnie du *North Eastern*, dont les express sont très lourds et dont la grande ligne, de Newcastle à Berwick, est d'un profil difficile, vient de mettre en service de très puissantes machines à grande vitesse à quatre roues accouplées de 2,33 m. de diamètre qui n'était atteint jusqu'ici que par les roues des locomotives à essieux indépendants. Cette administration emploie toujours les machines à roues libres sur la section plus facile de York à Newcastle.

Le démarrage et les rampes sont les deux seuls obstacles au développement des machines à roues libres qui pourraient remorquer en palier, aux plus grandes vitesses, si leur chaudière était suffisante, des trains plus lourds même que les express modernes. Aussi, leur emploi semble-t-il justifié sur les lignes à profil très facile, comme celle du *Great Western* et pour le service de trains rapides et à arrêts très espacés.

Les locomotives à roues libres ont les mêmes chaudières et souvent les mêmes cylindres que les machines à quatre roues accouplées des mêmes Compagnies, elles ont même parfois une surface de grille ou de chauffe un peu plus grandes si elles sont de création plus récente. En général, le même type de chaudière sert pour les deux genres de machines, ce qui est rationnel puisqu'elles ont toutes deux en service la même puissance à développer, soit qu'elles remorquent les mêmes trains, soit que les premières s'attellent à des trains moins lourds mais plus rapides. Les locomotives à quatre roues accouplées, une fois lancées, ne peuvent plus utiliser qu'une partie de leur adhérence et l'accouplement ne sert en réalité que pour le démarrage et à la montée des rampes dont l'inclinaison est assez forte pour abaisser beaucoup la vitesse.

On trouvera, dans le tableau ci-dessous, instructif à cet égard, les éléments

comparatifs des deux genres de machines appartenant à quelques Compagnies importantes :

COMPARAISON DES MACHINES A ROUES LIBRES ET A QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

	GREAT WESTERN		GREAT NORTHERN		NORTH EASTERN		MIDLAND		CALEDONIAN	
	Roues libres.	4 roues accouplées.	Roues libres.	4 roues accouplées.	Roues libres.	4 roues accouplées.	Roues libres.	4 roues accouplées.	Roues libres.	4 roues accouplées.
Surface de grille. . . . mètres carrés.	1,93	1,93	1,80	1,70	1,92	1,83	1,82	1,82	1,80	1,80
— de chauffe . . . —	136,10	136,10	97,10	95,2	105,80	124,40	115,20	117,10	115,00	115,00
Timbre. . . . . kilogrammes.	11,25	11,25	12,30	12,30	12,30	12,65	41,25	11,25	10,54	10,54
Diamètre des cylindres . . . . mètres.	0,48	0,51	0,46	0,45	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,46
Course des pistons . . . . . —	0,61	0,66	0,71	0,66	0,61	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Diamètre des roues motrices . —	2,33	2,13	2,48	1,98	2,32	2,16	2,29 / 2,36	1,98 / 2,14	2,14	1,98
Empattement total. . . . . —	7,16	7,16	6,98	5,46	6,68	6,68	6,64	6,56	6,43	6,81
Poids adhérent en charge. . . tonnes.	18,20	31,75	17,40	26,90	18,00	30,70	17,80	29,70	17,00	30,10
Poids total en charge . . . . . —	49,50	51,12	45,20	38,80	48,30	51,40	43,70	42,80	41,90	44,80

On remarque, dans ce tableau, que les machines à roues libres ont des roues motrices d'un diamètre plus grand que celles des locomotives à quatre roues accouplées des mêmes Compagnies, semblables sous tous les autres rapports, de 0,10 m. à 0,30 m. environ et qui n'est pas, sauf une exception, inférieur à 2,29 m. La suppression de l'accouplemant semble en effet un corollaire nécessaire de l'accroissement du diamètre des roues et paraît au contraire peu justifiée quand on donne, comme au *Great Eastern*, aux machines à essieux indépendants, des roues de même diamètre qu'aux locomotives à quatre roues accouplées. L'effort moteur rapporté à la jante restant le même dans les deux cas et le poids adhérent étant moindre dans les premières de ces machines, on perd en effet une plus grande fraction de l'effort de traction réel. D'autre part, quand on donne aux roues un très grand diamètre, le volume des cylindres, déterminé en fonction du travail à produire normalement n'est plus assez grand pour permettre, même au démarrage, l'utilisation de l'adhérence de deux essieux accouplés très chargés. La machine à quatre et surtout à six roues accouplées de très grand diamètre est en somme peu rationnelle.

Si les machines Crampton étaient trop chargées dans les bouts, les locomotives à roues libres des types anglais le sont trop au milieu (la moitié environ de la charge reposant sur l'essieu du centre) et pas assez aux extré-

mités ; aussi prennent-elles facilement en vitesse un mouvement de galop très prononcé, la machine oscillant autour d'un axe transversal. Mais c'est là un inconvénient auquel il serait facile de remédier en accouplant par des balanciers longitudinaux les ressorts de l'essieu moteur et de l'essieu porteur arrière. S'il y a un bogie à l'avant, la suspension est effectuée sur trois points.

Nous examinerons maintenant quelques-unes des plus intéressantes de ces machines.

Great Northern. — Cette locomotive est la seule de cette classe qui soit à cylindres extérieurs ; il semble que l'on ait voulu corriger les perturbations un peu plus grandes qui peuvent en résulter, en accroissant le diamètre des

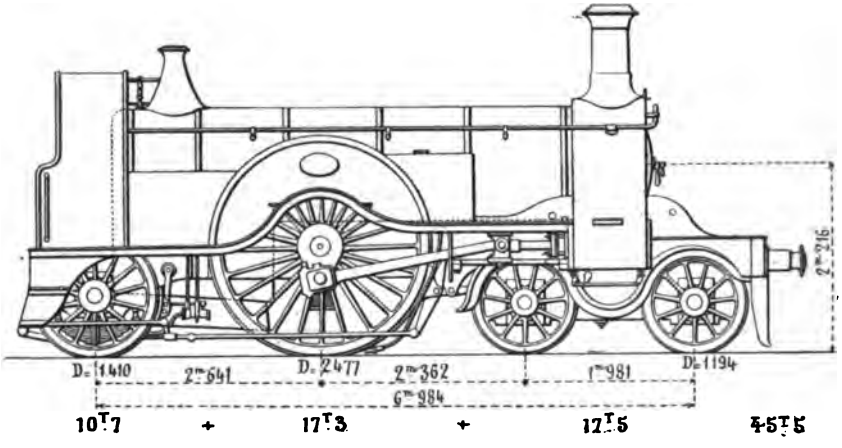


Fig. 73. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *Great Northern Railway* (type à cylindres extérieurs).

roues motrices, porté à 2,49 m., pour réduire le nombre de tours et la vitesse du piston. Avec des cylindres intérieurs, on n'a pas encore dépassé la cote de 2,36 m.

Ces machines (fig. 73 et 74) appartiennent à un des types les mieux réussis qui aient jamais été construits, puisque, créé en 1870 par M. P. Stirling, il n'a subi depuis cette époque que de très faibles modifications et une augmentation successive de la chaudière, surtout du foyer.

Ce sont elles qui, depuis l'époque de leur mise en service, remorquent les express d'Ecosse de la côte est qui ont toujours été réputés pour leur grande vitesse. Or, le poids net de ces trains, dont l'un deux maintenant tracé à une vitesse commerciale de 85 km., est rarement inférieur à 160 t. et dépasse souvent 200 t.

La chaudière est du type Crampton avec boîte à fumée renflée ; elle ne comporte aucun dôme si ce n'est dans celles des machines qui ont été munies

d'une chaudière de rechange depuis 1896. La prise de vapeur se fait au moyen d'un tuyau crépiné et le régulateur se trouve placé dans la boîte à fumée contre la plaque tubulaire ; c'est la disposition commune à toutes les locomotives de cette Compagnie étudiées sous la direction de M. P. Stirling.

La surface de grille est de 1,80 m² dans les derniers types construits, mais la surface de chauffe ne dépasse pas 100 m². Le timbre est de 12,30 kg.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux, ils ont un diamètre de 0,480 m.

Fig. 74. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *Great Northern Railway*.

(0,495 m. dans les dernières constructions) et une course de 0,710 m. La distribution est intérieure.

Les roues motrices, d'un diamètre de 2,49 m. (avec bandages de 80 mm.), sont placées au milieu, entre un essieu porteur situé immédiatement derrière le foyer et un bogie situé à l'avant ; elles supportent une charge de 17 t. environ. Le poids total est de 45,4 t. Les longerons sont intérieurs ; l'empattement total est de 6,98 m. dont 2,65 m. de base fixe.

Ces locomotives, extrêmement simples et robustes, sont peut-être les plus remarquables de l'Angleterre, surtout comme représentant, par leurs dispositions d'ensemble et de détail, les tendances spéciales aux constructeurs de ce pays. Ce sont les premières machines européennes à grande vitesse qui aient été munies d'un bogie (1870).

La même Compagnie possède un second type de machine à roues libres plus léger, mais sensiblement de même puissance (fig. 75), étudié plus récemment et qui n'a été reproduit depuis 1887 ; il effectue le service des express

concurremment avec les locomotives du type précédent. Ces machines sont à cylindres intérieurs, à doubles longerons, et à trois essieux dont un moteur portant 17,5 t. Leur poids total n'est que de 40,5 t. La surface de grille et la surface de chauffe sont respectivement de 103 m² et de 1,70 m², le foyer est très profond.

L'essieu arrière se trouve derrière le foyer, et l'essieu avant passe sous les cylindres à l'aplomb de la cheminée, ce qui donne un empattement fixe de 5,82 m. Les boîtes du premier essieu ont un certain jeu latéral non contrôlé.

Les roues ont un diamètre moindre que dans le type précédent, 2,32 m.; mais comme les cylindres sont intérieurs, l'axe de la chaudière se trouve plus élevé (2,29 m. au-dessus du rail au lieu de 2,22 m.).

Les locomotives du premier type effectuent un service remarquable et, en

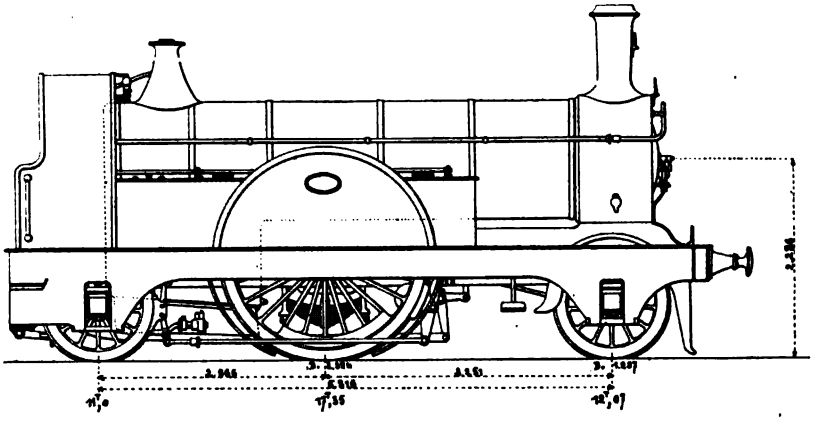


Fig. 75. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *Great Northern Railway* (type à cylindres intérieurs).

tous cas, un des plus rapides du monde. D'après M. Rous-Marten, remorquant un train d'un poids de 250 t. nettes, elles peuvent maintenir une vitesse de 105 km. à l'heure en palier et de 65 à 80 km., en rampe de 5,6 mm. Avec une charge de 100 t., elles peuvent soutenir une vitesse de 95 km. à l'heure en rampe de 5 mm. Le même auteur cite un parcours de Grantham à York (133,3 kil.) effectué, en service régulier, en 80 1/2 minutes avec une charge de 190 t. derrière le tender. Le trajet comporte une série de rampes de 5 mm. en moyenne sur une longueur de 16 km., 31 km. en pente légère et le reste de niveau.

La machine à trois essieux est presque aussi puissante. Elle a soutenu fréquemment une vitesse moyenne de 95 à 98 km. à l'heure, avec une charge d'environ 220 t., sur une ligne pratiquement de niveau. C'est sur une de ces locomotives, remorquant un train régulier mais en retard, que

M. Rous-Marten, qui s'est fait une spécialité de l'étude des vitesses des trains en Angleterre, dit avoir relevé la plus grande vitesse qu'il ait jamais enregistrée : le kilomètre en 26 secondes, soit une vitesse de 139 km. à l'heure en chiffres ronds.

Le nouveau train d'Ecosse de la côte Est que remorquent ces machines, installé à l'américaine, se compose entièrement de voitures montées sur des bogies à six roues, à intercirculation avec plates-formes couvertes et munies de l'attelage Gould. La longueur totale de ce train est de 160 m. environ non compris machine et tender et son poids net de 270 t. ; il peut contenir 300 voyageurs. Sa composition est la suivante : voiture-mixte, fourgon et fumeurs 3e classe, voiture-salon de 3e classe avec bar ; 4 voitures mixtes de 1re et 3e ; 1 voiture de 3e classe à compartiments ; en queue une voiture mixte de 3e classe et bagages.

Great Western[1]. — La Compagnie du *Great Western Railway* n'a jamais cessé d'employer presque exclusivement les machines à roues libres, pour la

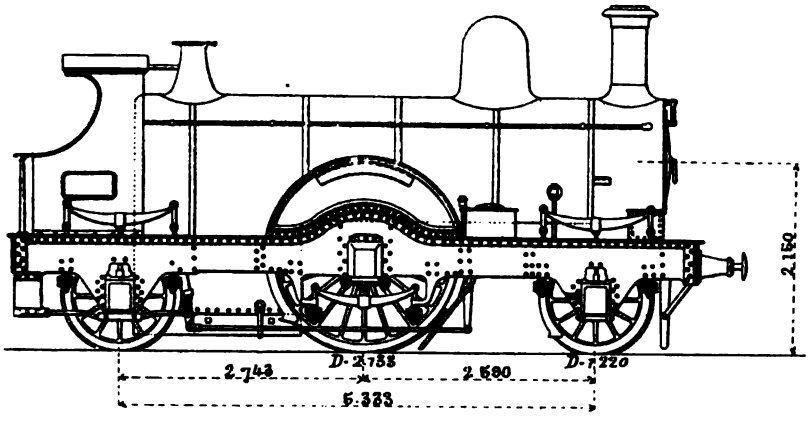


Fig. 76. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres (types antérieurs à 1892) du *Great Western Railway*.

traction de ses trains express et de la plupart des trains omnibus de grande ligne. Pour satisfaire aux exigences croissantes du trafic, répondre à l'augmentation du poids des trains, remplacer enfin tout récemment les machines à voie large mises à la réforme, il a fallu successivement accroître la puissance du type depuis longtemps adopté par la Compagnie (fig. 76) et qui n'était autre que l'ancienne machine classique de Sharp, à cylindres intérieurs et

[1] La voie large de 2,133 m. établie à l'origine par Brunel sur les premières grandes lignes de ce réseau, a été supprimée définitivement en 1892 et le matériel qui y circulait a été démoli. Les locomotives à roues libres, de 2,44 m. étudiées par Gooch en 1850, extrêmement puissantes pour l'époque et qui, peu modifiées, ont fait jusqu'à la fin le service des trains rapides de la ligne, n'ont plus qu'un intérêt historique.

châssis extérieurs, comportant trois essieux dont deux porteurs placés, l'un à l'arrière des cylindres, l'autre derrière le foyer. Ces machines avaient suffi jusqu'en ces dernières années, grâce au profil remarquablement facile de la grande ligne de Londres à Bristol, sur laquelle elles étaient à peu près uniquement usitées pour le remorquage des trains de voyageurs.

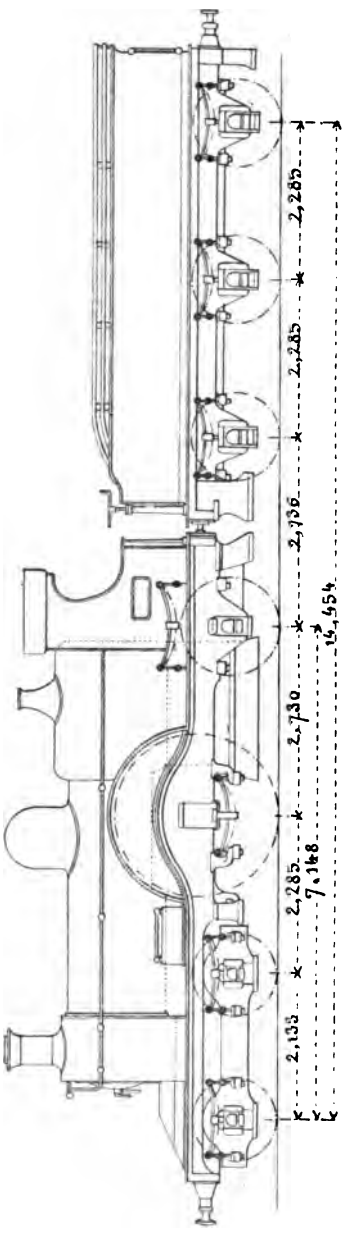


Fig. 77. — Ensemble de la machine à grande vitesse et à roues libres du *Great Western Railway*, accompagnée de son tender.

Lorsque les nécessités du service obligèrent en 1893, à accroître, dans une proportion plus considérable, la puissance de ces machines, on dut recourir à l'adoption d'une quatrième paire de roues, pour éviter une surcharge exagérée de l'essieu avant, qui fut remplacé par un bogie.

La nouvelle machine du *Great Western* est une des plus puissantes machines à roues indépendantes qui aient jamais été construites. Elle comporte, comme on le voit (fig. 77 à 79) un essieu moteur placé au centre, un bogie à châssis extérieur placé à l'avant et un essieu porteur à l'arrière du foyer ; l'empattement total est de 7,16 m. bien que la chaudière soit assez courte. Les roues sont de grand diamètre : les roues motrices ayant 2,340 m., les roues porteuses d'arrière 1,372 m. et les roues du bogie 1,220 m. de diamètre.

Les longerons sont doubles ; les longerons extérieurs comportent des boîtes pour les roues arrière et milieu, les longerons intérieurs n'en comportent que pour l'essieu moteur qui se trouve ainsi chargé sur quatre fusées placées deux à deux de part et d'autre des roues.

Le châssis du bogie est extérieur ; la suspension est opérée au moyen de quatre ressorts indépendants.

Les roues sont en acier moulé.

Le mécanisme, qui est intérieur, ne présente aucune particularité et ne diffère de celui des autres machines de la Compagnie que par le volume plus grand des cylindres ; diamètre, 0,483 m. ; course, 0,610 m. Têtes de bielles

à chapes, glissières doubles, coulisses de Stephenson actionnant directement les tiges de tiroir, relevage par une manœuvre à vis.

La chaudière est très puissante, surtout si l'on ne perd pas de vue que l'on

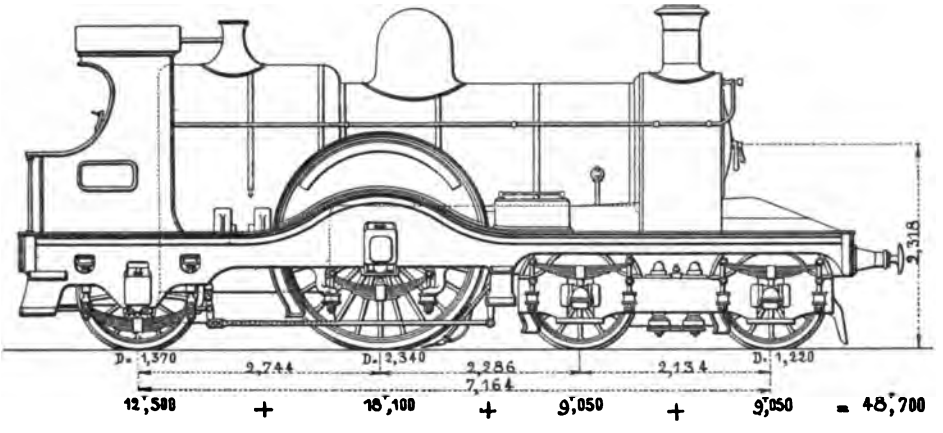


Fig. 78. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *Great Western Railway*.

y brûle du charbon de première qualité en couche épaisse ; la surface de chauffe totale est de 136,10 m². L'axe du corps cylindrique est placé à une hauteur de 2,32 m. au-dessus du rail ; le foyer, en saillie comme la boîte à

Fig. 79. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres (type de 1893) du *Great Western Railway*.

D'après une photographie de M. A. Moore.

fumée, plonge entre l'essieu moteur et l'essieu porteur, la grille est horizontale. L'enveloppe de la chaudière est entièrement en acier ; tubes en laiton spécial et foyer en cuivre.

Les conditions principales d'établissement sont consignées dans le tableau

placé à la fin de ce chapitre. Le poids total en ordre de marche est de 49,44 t. dont 18,12 t. sur l'essieu moteur.

Cette machine est accompagnée d'un tender à six roues fort bas, pesant 33 t. en charge et d'une contenance de 13,600 m³ seulement, car il est muni d'une écope du système Ramsbottom permettant de prendre l'eau en route dans les auges disposées à cet effet entre les rails sur quelques sections de la grande ligne.

Les locomotives de ce type remorquent tous les trains express de grande ligne du *Great Western Ry* et entre autres le train direct d'Exeter accomplissant l'été, à une vitesse moyenne de 83 à 86 km. à l'heure, sans arrêt intermédiaire, le parcours de 312,2 km. de Londres à Exeter. La charge de ce train est ordinairement de 127 à 140 t. ; sur les parties faciles du parcours, ces locomotives peuvent prendre 180 à 200 t. Elles remorquent ces trains rapides à une vitesse dont la régularité est absolument remarquable. Leur consommation moyenne de combustible (Cardiff de bonne qualité, en roches) est de 8,50 kg. par kilomètre.

Midland Ry. — Cette Compagnie a mis en service en 1887 un type de locomotive à bogie et à roues indépendantes de 2,26 m., légèrement modifié

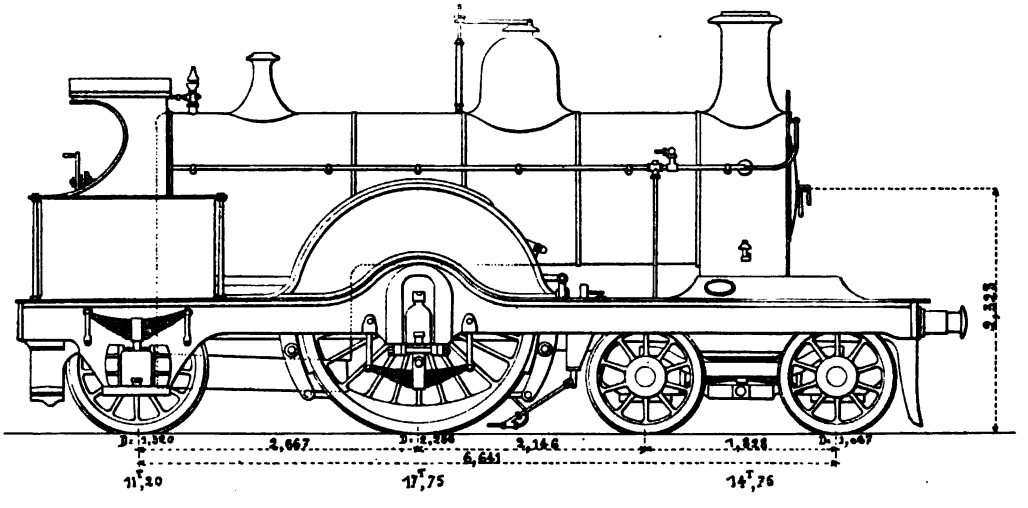


Fig. 80. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *Midland Railway* (type de 1888).

l'année suivante, le diamètre des roues étant porté à 2,29 m., et reproduit à un très grand nombre d'exemplaires (fig. 80). Une de ces machines a figuré à l'Exposition de 1889. C'est peut-être la plus élégante et la mieux proportionnée des machines anglaises, fort bien étudiée dans ses moindres détails et qui fait un service des plus remarquables. On peut lui reprocher d'avoir une chaudière un peu faible qui serait insuffisante pour le travail

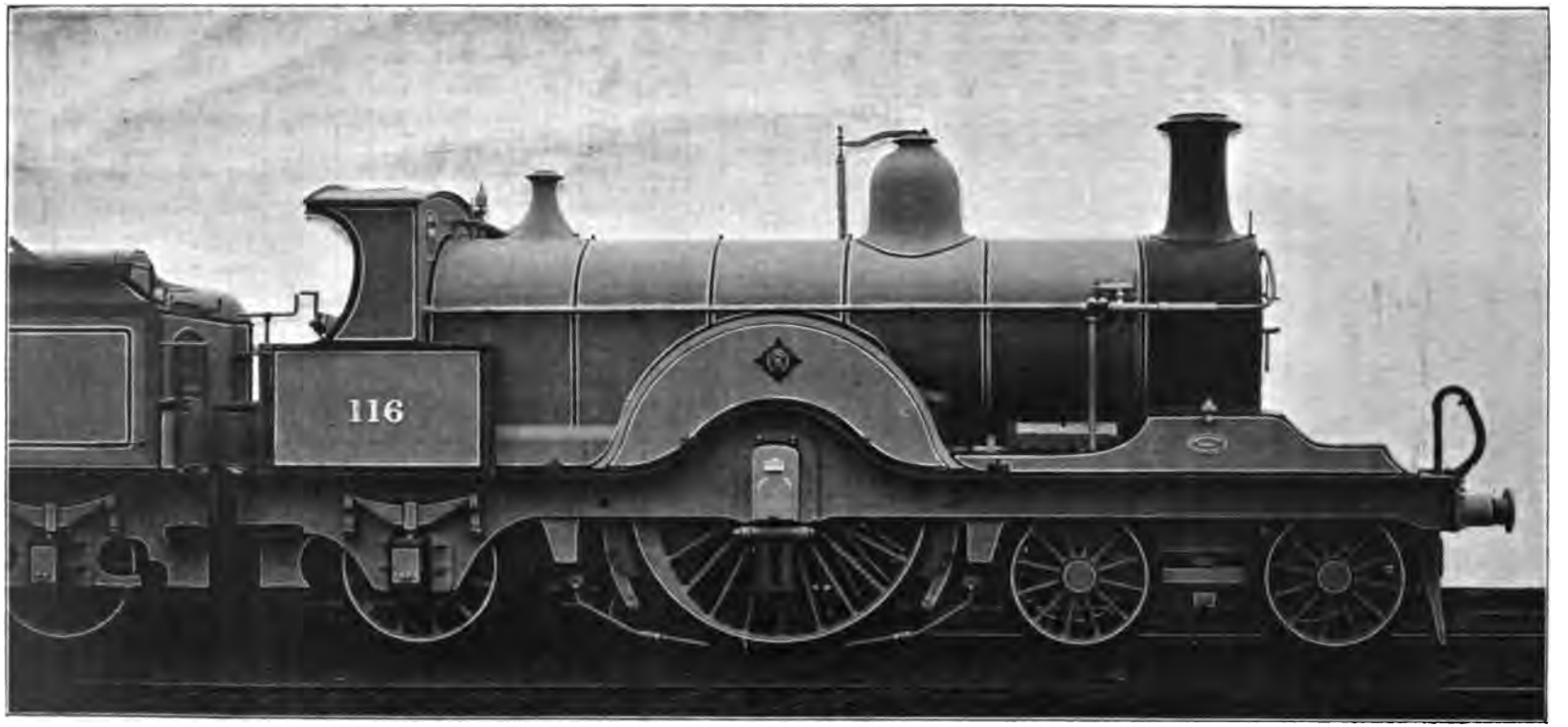


Fig. 81. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *Midland Railway* (type de 1897).

qu'elle doit accomplir si on n'y brûlait un charbon de première qualité (*Derbyshire coal*). Ce type de locomotive remorque les express de Leicester à Londres, dont la charge est ordinairement de 150 à 170 t. nettes et qui effectuent normalement le trajet de 160 km. sans arrêt, en 1 heure 52; la durée du parcours est souvent réduite à 1 heure 45 en cas de retard. Cette ligne comporte une rampe de 5 mm. sur 25 km. de longueur. Avec une charge de 170 tonnes, ces machines effectuent en 58 minutes le parcours de 83 km. de Kettering à Nottingham. Dans ces conditions, leur consommation de combustible est très peu considérable, environ 6,50 kg. de charbon du Derbyshire par train-kilomètre.

La chaudière est à foyer profond et à tubes courts. La boîte à feu et la boîte à fumée sont dans le prolongement du corps cylindrique; ce dernier est composé de trois viroles télescopiques. La virole du milieu porte un dôme de faible volume qui contient le régulateur et porte deux soupapes à balances.

Le foyer est muni d'une voûte en briques et d'une porte à déflecteur. La grille est légèrement inclinée.

Les cylindres, intérieurs et horizontaux, sont placés immédiatement au-dessous de la boîte à fumée; les tiroirs, verticaux, sont compris entre les cylindres.

Les glissières, doubles, sont supportées par une entretoise en acier coulé qui porte aussi les guides des tiges de tiroirs.

Les coulisses sont du type Stephenson, leurs colliers d'excentriques sont en fonte et très larges.

L'axe de figure du bogie est placé à quelques centimètres en avant de l'axe de la cheminée. Ce bogie est à longerons intérieurs et à déplacement latéral contrôlé par des ressorts à boudin.

Les longerons de la machine sont doubles; ils portent des boîtes intérieures et extérieures pour l'essieu moteur et extérieures pour l'essieu porteur. Les longerons intérieurs ne sont pas découpés pour le passage des roues du bogie; ils sont seulement rentrés à cet effet vers l'avant.

Le diamètre des roues motrices est de 2,286 m. La charge de l'essieu moteur est de 17,80 t. et le poids total de 43,70 t. en charge.

Le tender peut contenir 14 750 litres d'eau et pèse 34,8 t. en charge.

On trouvera les conditions principales d'établissement de cette machine dans le tableau placé à la fin de ce chapitre.

La même Compagnie a mis en service, à la fin de 1896, de nouvelles locomotives de ce type dont les roues motrices ont 2,362 de diamètre (fig. 81.). Les cylindres mesurent 0,495 m. $\times$ 0,660 m. Surface de grille : 1,98 m²; poids en charge 48,5 t,

Le tender à six roues présente une contenance de 16 m³.

North Eastern. — La figure 82 représente un type de locomotive à roues

motrices indépendantes de 2,33 m. et à bogie mis en service en 1890 par le *North Eastern*, à la suite des résultats satisfaisants donnés par une machine du même système, mais moins puissante, créée l'année précédente. Jusque dans ces dernières années, cette locomotive, bien qu'à roues libres, était la plus puissante des machines à voyageurs usitées en Angleterre.

La chaudière est placée à une assez grande hauteur au-dessus des rails (2,41 m. à l'axe du corps cylindrique) ; le diamètre moyen du corps cylindrique est de 1,375 m. La longueur extérieure de la boîte à feu est de 2,135 m.

Fig. 82. — Locomotive à grande vitesse et à roues libres du *North Eastern Railway*.
D'après une photographie de M. A. Moore.

et la surface de grille est d'environ 2,00 m². La surface de chauffe est de 106 m² seulement, à cause de la faible longueur des tubes (3,33 m.), mais elle est fort active et la surface directe est de 11,44 m². Timbre de 12,30 kg.

Les premières de ces machines étaient du système compound à deux cylindres (brevet W. Worsdell) ; elles comportaient un cylindre à haute pression de 0,510 m. et un grand cylindre de 0,710 m. de diamètre, avec une course commune de 0,610 m. Pour loger à l'intérieur de longerons, eux-mêmes placés entre les roues, deux cylindres de ce diamètre, on avait été conduit à les incliner en sens contraire, de manière à rapprocher leurs axes, qui n'étaient distants que de 0,610 m. Les tiroirs étaient placés au dehors et commandés par des distributions Joy intérieures, avec interposition d'un mouvement de sonnette assez compliqué.

Les nouvelles locomotives de ce type, mises en service en 1895, sont à cylindres égaux de 0,480 m. × 0,610 m. Les tiroirs sont cylindriques et intérieurs.

Les roues motrices ont un diamètre de 2,33 m. et portent une charge de 18,5 t.

Ces locomotives effectuent le service des trains rapides pour l'Ecosse de la côte *Est*, sur la partie facile du parcours, entre York et Newcastle. Le plus lourd de ces trains comprend 10 à 11 voitures à six roues ou à bogies, y compris une voiture-restaurant et pèse, sans la machine, de 190 à 210 t. ; il est tracé à une vitesse commerciale de 80 km. à l'heure. Le train-poste de Newcastle à York est plus lourd (18 voitures), mais un peu moins rapide. Entre York et Newcastle, la plus forte rampe est de 10 mm. Entre Newcastle et Edimbourg, on compte une rampe de 6 mm. de 7 km. de longueur et une rampe de 13 mm. de 3 km. ; sur cette section, les trains rapides sont remorqués par des locomotives à quatre roues accouplées.

Les locomotives que nous venons de décrire, à la vitesse de 138 km. à l'heure, ont développé 1200 chev. indiqués.

37. Machines à quatre roues accouplées. — Les locomotives de cette classe sont employées, suivant les Compagnies, pour le service des trains rapides, soit concurremment avec les machines à roues libres, soit à l'exclusion de tout autre type. Elles sont en tout cas seules usitées par tous les réseaux pour la traction des trains ordinaires de voyageurs sur toutes les lignes.

Les machines à quatre roues accouplées, usitées au début en Angleterre, avaient des roues de petit diamètre et portèrent l'appellation soit de machines mixtes, soit même de machines à marchandises, les trains express étant toujours remorqués par des locomotives à roues libres. Ce ne fut guère qu'à partir de 1864 que l'on accoupla des roues de grand diamètre (machines à cylindres extérieurs du *South Western* (roues de 7 pieds : 2,13 m., M. Beattie, 1864) et que l'on commença, le poids des trains ayant augmenté plus vite que la solidité des voies limitant à cette époque la charge par essieu à 13 ou 14 t., à employer des locomotives à quatre roues accouplées pour la traction des trains rapides. Nous avons vu que, depuis, le renforcement des voies a permis à quelques réseaux de revenir aux locomotives à roues libres, mais ce n'est peut-être là qu'une période transitoire, le tonnage des trains devant fatalement s'accroître encore, tandis que les voies de l'autre côté de la Manche ont atteint un degré remarquable de solidité.

Ce fut, croyons-nous, M. J. Stirling, alors ingénieur au *Glasgow and South Western Ry*, qui le premier, en 1873, combina, sur une même machine, les principales dispositions usitées dans la suite, en Angleterre, pour la classe de locomotive dont nous nous occupons et adopta des proportions devenues depuis classiques chez nos voisins. A partir de la date indiquée ci-dessus, il construisit des machines express à quatre roues accouplées de 2,13 m. et à bogie possé-

dant des cylindres de 0,480 m. de diamètre, avec une course de 0,660 m. [1].

Vers 1876, les machines anglaises à quatre roues accouplées appartenaient presque toutes à un type dont la machine exposée par Sharp à Paris, en 1878, peut être considérée comme un spécimen bien choisi. Elles possédaient déjà, et cela depuis longtemps, sur certains réseaux, tous les caractères des machines actuelles, qui n'en diffèrent que par certains perfectionnements de détail, l'accroissement de puissance de la chaudière et, dans presque tous les cas, par le remplacement de l'essieu du support par un bogie. Ces locomotives étaient à trois essieux, dont un porteur, placé immédiatement à l'arrière des cylindres (quelquefois sous les cylindres, quand le diamètre des roues motrices le permettait: *Great Northern*), un moteur, placé au milieu, et un, accouplé, situé à l'arrière du foyer qui était profond et se trouvait encadré par ces deux essieux. Le corps cylindrique était assez court et la boîte à fumée, formant saillie, se trouvait placée au-dessus des cylindres. La chaudière portait en son milieu un dôme de faibles dimensions, renfermant le régulateur à tuyaux et tringles intérieurs, et parfois surmonté de soupapes, quand celles-ci n'étaient pas à charge directe et placées au-dessus du foyer.

Les cylindres et tout le mécanisme étaient intérieurs et les tiroirs se trouvaient toujours disposés verticalement entre les cylindres.

Les longerons doubles, si fort en faveur quelques années avant la date que nous avons fixée commençaient à être, dans la plupart des cas, remplacés par les longerons intérieurs. Toutefois, l'essieu porteur était le plus souvent chargé par des boîtes extérieures dont les plaques de garde faisaient partie d'un longeronnet extérieur, disposition qui s'est conservé jusque maintenant pour les machines à trois essieux.

Ces machines répondaient en moyenne aux conditions d'établissement suivantes : surface de grille : 1,60 m² à 1,65 m² ; surface de chauffe 100 à 115 m² ; longueur des tubes entre plaques : 3,20 m. à 3,35 m. ; écartement des essieux accouplés 2,60 m. ; diamètre des cylindres : 0,460 m. à 0,480 m. ; course des pistons : 0,610 m. à 0,660 m. ; diamètre des roues accouplées : 1,95 m. à 1,98 m. exceptionnellement 2,13 m. ; écartement des essieux extrêmes : 4,90 m. à 5,20 m. ; poids en charge : 36 t. à 38 t., dont 25,5 t. à 28 t. sur les essieux accouplés ; poids à vide : 33 t. à 35 t.

Jusque vers 1889, les dimensions absolues des machines ne furent pas augmentées très sensiblement par rapport aux chiffres cités plus haut, et si le poids des machines est passé dans l'intervalle à 44 t. et 46 t. en charge, on doit plutôt l'attribuer à l'accroissement du timbre et à l'addition du bogie.

[1] Il faut en excepter des machines à voie large du *Great Western* et du *Bristol Exeter* qui furent munies du bogie dès 1853 et dont quelques-unes reçurent des roues accouplées de 2,13 m. de diamètre.

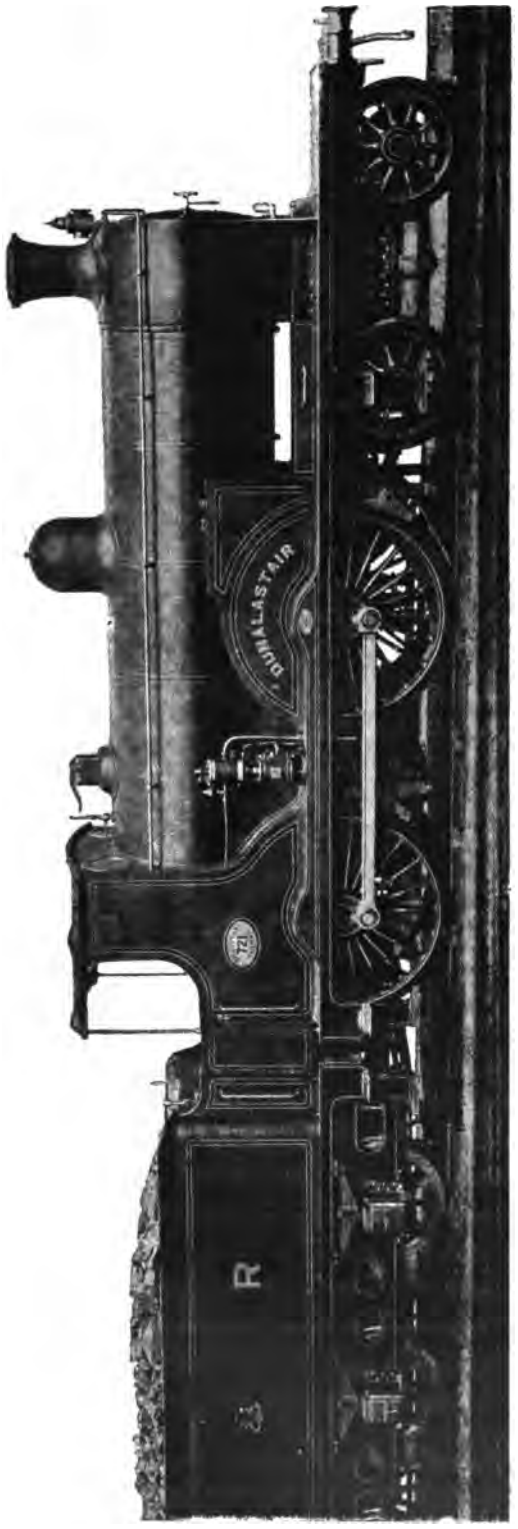


Fig. 83. — Locomotive à grande vitesse, type Dunalastair, du *Caledonian Railway*.
D'après le *Bulletin de la Commission Internationale du Congrès des Chemins de fer.*

A partir de la date que nous venons d'indiquer, on voit apparaître sur quelques réseaux. (*London and North Western, North Eastern*) des machines notablement plus puissantes, ayant des surfaces de grille de 2 m² environ (ce qui est beaucoup, nous le répétons, pour le genre de combustible employé) et des charges d'essieux de 16 t. à 18 t.

Enfin, à partir de 1893, l'augmentation constante du poids des trains entraîna d'autres Compagnies dans cette voie. Les locomotives du *North Eastern* et du *Caledonian* (figure 83) représentent la dernière expression des types anglais, à l'heure où nous écrivons. Ces machines, qui sont d'ailleurs poussées à outrance, remorquent dans de bonnes conditions sur des lignes à profil assez accidenté, des trains express dont le poids net s'élève parfois jusqu'à 220 t. et dont quelques-uns sont tracés à une vitesse de 85 km. à l'heure.

Dans les machines actuellement usitées, le diamètre des roues varie, nous l'avons vu, entre 1,98 m. et 2,13 m., exceptionnellement, il atteint 2,22 m. (*Lancashire and Yorkshire*) et 2,33 m. (*North Eastern*). Les Anglais n'emploient pas, pour le moment, pour le remorquage des trains lourds ou sur les sections dif-

ficiles, de machines à six roues accouplées, à adhérence totale, à bogie ou à bissel, si fréquentes sur certains réseaux d'Europe et beaucoup de lignes américaines. Pour le service de leurs lignes à profil accidenté, ils se contentent de locomotives identiques à leurs types express sauf en ce qui concerne le diamètre de leurs roues accouplées qui est moins considérable. Ainsi la Compagnie du *Midland* a deux types de machines express, semblables sous tous les autres rapports, montés, l'un sur des roues de 2,13 m. et affecté au service des lignes à profil assez facile, l'autre sur des roues de 1,98 m. réservé aux grandes lignes plus accidentées. Le *Great Eastern*, le *Caledonian*, le *North British*, qui possèdent des machines express à roues de 1,98 m. à 2,13 m. ont récemment mis en service, pour leurs lignes très accidentées, des locomotives identiques dont les roues accouplées n'ont que 1,75 m. de diamètre.

La surface de grille de ces machines, consommant toutes du très bon combustible, varie entre 1,65 m² et 2,00 m²; leur surface de chauffe atteint jusqu'à 140 m². Le diamètre et la course des cylindres sont rarement inférieures à 0,460 m. et 0,660 respectivement. Le poids total en charge est compris entre 44 et 52 t.

Les locomotives à quatre roues accouplées usitées en Angleterre offrent entre elles une telle analogie qu'il est superflu de donner une description de tous les types employés par les principales Compagnies. On se rappellera seulement, qu'elles offrent toutes les mêmes particularités : chaudière courte à foyer profond plongeant entre les deux essieux accouplés; dôme de prise de vapeur de petit volume situé vers le milieu du corps cylindrique et renfermant le régulateur à tringle et tuyaux de manœuvre intérieurs; boîte à fumée presque toujours renflée et cheminée courte; cylindres le plus souvent intérieurs; tiroirs et mécanisme de distribution toujours intérieurs; châssis intérieur dans tous les types récents (celui du *Great Western* excepté); l'essieu porteur unique n'est plus usité pour les constructions neuves que par deux Compagnies (*Great Eastern* et *London and North Western*), l'usage du bogie est général.

L'étude de la construction des organes des machines faisant l'objet de la troisième partie de cet ouvrage, nous nous proposons, dans ce qui suit, sans entrer dans de grands détails, de passer en revue les principaux types de locomotives à grande vitesse et à quatre roues accouplées usitées par quelques-unes des Compagnies les plus importantes.

London and South Western Railway. — Cette Compagnie est, avec celle du *Highland*, la seule de la Grande-Bretagne qui ait toujours effectué le remorquage de ses trains rapides avec des locomotives à cylindres extérieurs. Le type représenté (fig. 84 et 85) est la dernière expression d'un modèle établi

par M. Adams vers 1879. C'est une machine bogie très simple et très robuste, peut-être la plus rustique des locomotives anglaise.

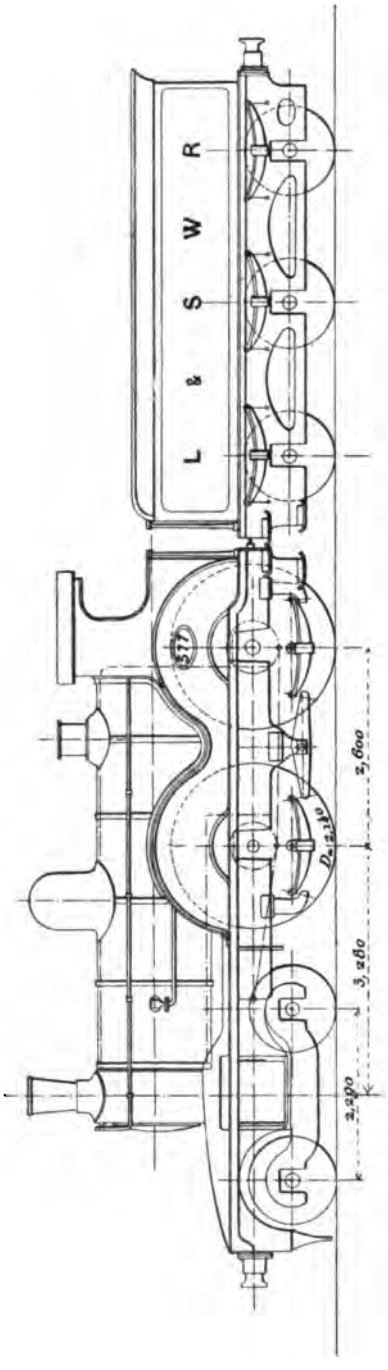


Fig. 84. — Locomotive à grande vitesse du *London and South Western Railway*.

Les cylindres, extérieurs, ont 0,483 m. de diamètre; la course des pistons est de 0,660 m. Les longerons et la distribution sont intérieurs; le foyer, très profond, plonge entre les essieux accouplés qui, grâce à l'absence de coudes à l'essieu moteur, ne sont espacés que de 2,59 m. Les crosses des tiges de piston, les supports de glissière et les entretoises de châssis sont en acier moulé.

La chaudière, timbrée à 12,3 kg., est en tôle d'acier doux de 0,013 m. d'épaisseur. Le corps cylindrique, dont le diamètre moyen est de 1,320 m., est formé de trois viroles ; il renferme 240 tubes de 3,45 m. entre plaques. La boîte à feu mesure 1,93 m. de longueur extérieure. La surface de chauffe totale est de 127,33 m² dont 11,63 m² de surface directe; la surface de grille est de 1,70 m².

Les dimensions de la grille et celles de la chaudière en général sont relativement faibles, mais il faut se rappeler que l'on brûle un combustible de premier choix en couche épaisse et avec un tirage violent.

La boîte à fumée fait saillie sur le corps cylindrique, elle est surmontée d'une cheminée tronconique très courte.

Les machines sont munies de l'échappement variable annulaire du système Adams (*Vortex blast pipe*).

Le dôme est monté sur la virole médiane du corps cylindrique.

Les roues accouplées ont un diamètre de 2,14 m. et celles du bogie un diamètre de 1,16 m.; ces roues sont en acier moulé ainsi que les supports des menottes, des ressorts, le pivot du bogie et les plaques de garde.

L'empattement total est de 7,005 m. l'écartement des essieux accouplés étant de 2,600 m. et celui des essieux du truck de 2,290 m.

Cette machine est munie du frein à vide automatique agissant sur les deux paires de roues accouplées. Elle est accompagnée d'un tender à six roues

Fig. 85. — Train du *London and South Western Railway*.

D'après une photographie de M. A. Moore.

pouvant recevoir 14 850 lit. d'eau et 2 300 kg. de combustible et dont le poids en charge est de 32 000 kg. Le poids total de la machine en service est de 49 300 kg. dont 30 550 kg. sur les roues motrices.

Le *London and S. W.* possède des locomotives du même type ayant des

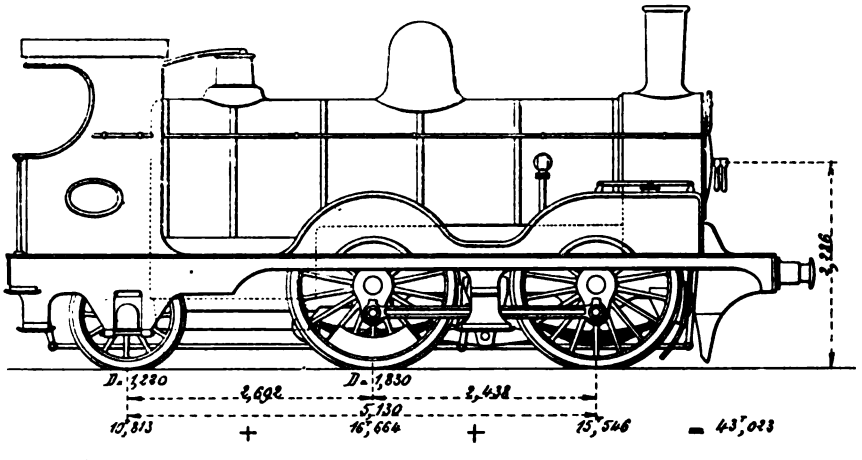


Fig. 86. — Locomotive mixte du *London and South Western Railway*.

roues accouplées de 2,00 m. et pesant 43,50 t. et des machines mixtes, destinées au service des trains de voyageurs sur les lignes à profil accidenté, montées sur des roues de 1,70 m.; les roues du bogie n'ont que 0,762 m. Les cylindres, extérieurs et disposés comme dans le type à grande vitesse, sont inclinés; ils ont 0,457 m. de diamètre la course des pistons étant de 0,610 m.

Cette locomotive pèse 42 t. en ordre de marche. Le tender, à six roues, contient 11,25 t. d'eau pèse 27 t. en ordre de marche.

La même Compagnie a mis en service, vers 1888, un type de locomotive à quatre roues accouplées sur l'avant, destiné surtout au service des trains omnibus ou de grande banlieue (fig. 86).

Cette machine, très compacte, est montée sur des roues accouplées de 1,83 m. et une paire de roues porteuses de 1,22 m. Le foyer descend entre l'essieu moteur et l'essieu arrière. Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 116 m² et 1,60 m². La chaudière est timbrée à 11,25 kg.

Les cylindres ont 0,457 m. × 0,660 m. Le poids total en ordre de marche est de 43 t. dont 32,20 t. sur les essieux accouplés.

Les longerons sont intérieurs mais, en raison du voisinage du foyer, on a reporté au dehors les boîtes de l'essieu porteur, guidées par des plaques de garde faisant partie d'un longeronnet extérieur qui se prolonge jusque vers l'avant et remplace la cornière ordinaire de tablier.

Ces locomotives remorquent parfois les trains rapides.

London Brighton and South Coasts. — La plupart des trains express sont remorqués par des locomotives à quatre roues accouplées sur l'avant, du

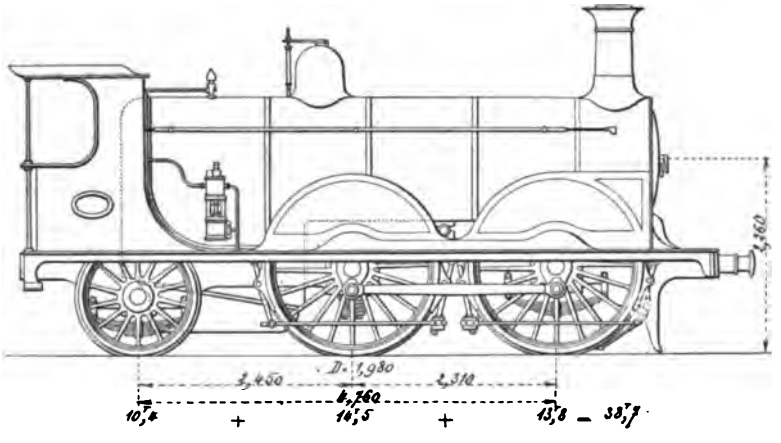


Fig. 87. — Locomotive à grande vitesse (type Gladstone) du *London Brighton and South Coasts Railway.*

type *Gladstone*, créé en 1880 (fig. 87). Le but que s'était proposé M. Stroudley en les étudiant, avait été d'obtenir une locomotive à la fois puissante, légère et compacte. Une d'elles a figuré à l'Exposition de 1889. Les longerons et tout le mécanisme sont intérieurs. La chaudière est assez puissante et comporte un grand nombre de tubes (233) de petit diamètre et courts (3,20 m. entre plaques). Elle est timbrée à 10,54 kg. et ne comporte qu'un très petit dôme en fonte, renfermant un régulateur à col de cygne et portant deux

soupapes à balances. La surface de grille est de 1,98 m² et la surface de chauffe totale de 138,50 m².

Le diamètre des roues motrices est de 1,98 m. et l'empattement ne dépasse pas 4,76 m. ; la partie postérieure du foyer passe au-dessus de l'essieu arrière.

Les cylindres ont 0,463 m. de diamètre ; la course des pistons est de 0,660 m.

Le poids en charge n'est que de 39,0 t. dont 28,3 t. de poids adhérent.

Ce sont de puissantes machines, remorquant des trains de 250 t. à une vitesse moyenne de marche de 70 à 75 km. à l'heure, sans être à la limite de leur production. Toutefois, on leur reproche de fatiguer les voies ; aussi la Compagnie de *Brighton* ne construit plus de locomotives de ce type. Elle leur substitue peu à peu, depuis 1895, des locomotives à bogie, à quatre roues accouplées sur l'arrière (fig 88) qui réunissent à la fois certains caractères des locomotives dont nous venons de parler et de celles du *Midland Ry*. Elles répondent aux conditions principales d'établissement ci-après :

Surface de grille	1,73	m²	Diamètre des roues accouplées.	2,06	m.
— de chauffe totale.	125,00	—	Poids total en service. . . .	42,80	t.
Diamètre des cylindres. .	0,457	m.	— adhérent	29,50	—
Course des pistons . .	0,660	—	— du tender en charge.	33,40	—

La chaudière, en acier Siemens-Martin, comporte un foyer Crampton et un corps cylindrique composé de trois viroles. La boîte à fumée est en saillie sur le corps cylindrique.

Le ciel du foyer est consolidé par des tirants rivés sur le berceau et vissés dans le ciel du foyer. Ce dernier, assez profond, est en cuivre. Le cendrier, ouvert à l'avant seulement, est arrondi à l'arrière. Le foyer est muni d'une voûte en briques et la porte du déflecteur usuel. Il n'y a pas de dôme, la prise de vapeur se fait au moyen d'un tuyau crépiné, placé à la partie supérieure de la chambre de vapeur ; le régulateur est dans la boîte à fumée. Les soupapes, du système Ramsbotton, sont placées sur une colonnette spéciale que porte la virole arrière du corps cylindrique.

La cheminée, en fonte, est cylindrique.

Les longerons, intérieurs comme nous l'avons dit, sont légèrement rapprochés l'un de l'autre, à l'avant des cylindres, afin de permettre le déplacement des roues du bogie. Ils sont entretoisés, par un massif en fonte formant lest à l'arrière, par le massif des cylindres à l'avant, intermédiairement, par la plaque support des glissières et par une tôle vers l'avant du foyer. Les ressorts des roues couplées sont placés sous les essieux, ceux du bogie sont au-dessus. La répartition de la charge sur le bogie se fait au moyen du pivot et de deux bossages latéraux. Ce bogie se distingue par le

diamètre relativement grand des roues et le peu d'écartement de leurs essieux, à peine supérieur à la largeur de la voie, on a pu donner aux

Fig. 88. — Locomotive à grande vitesse et à bogie du *London Brighton and South Coasts Railway.*

D'après une photographie de M. A. Moore.

roues le diamètre de 1,14 m., grâce à ce que les longerons ne sont pas entaillés pour leur passage.

South Eastern. — La figure 89 représente en élévation les locomotives à quatre roues accouplées du type 1888 chargées du service des trains rapides et omnibus sur les lignes du *South Eastern Ry ;* ce sont elles qui remorquent les trains rapides entre Douvres et Londres. Elles appartiennent à un type créé par M. J. Stirling lorsqu'il était ingénieur du *Glasgow and South Western* et qui n'a subi que peu de modifications dans la suite. Les locomotives de ce type sont, croyons-nous, parmi les plus faibles de celles qui assurent actuellement le service des express sur les grandes lignes en Angleterre, et c'est surtout pour cette raison que nous avons tenu à la décrire, afin de montrer quelle peut être l'influence d'un combustible de choix et dans quelle proportion son emploi permet de réduire le poids et les dimensions des machines.

La machine express du *South Eastern*, du type écossais, est à bogie, à cylindres et longerons intérieurs ; le foyer profond, plonge entre les deux essieux accouplés.

Les cylindres sont placés à l'intérieur des longerons, la boîte à tiroir, commune, étant comprise entre eux deux ; les pistons, en fer forgé, portent

deux bagues et sont fixés à leurs tiges par un assemblage à cône et boulon; les glissières sont latérales, à deux coulisseaux. Les têtes de bielles sont du type Sharp; les manivelles sont frettées. L'axe des cylindres est incliné de 1 sur 30 environ, afin de faciliter l'installation du pivot de bogie. La distribution est du type Stephenson à une flasque; les coulisses actionnent de fausses

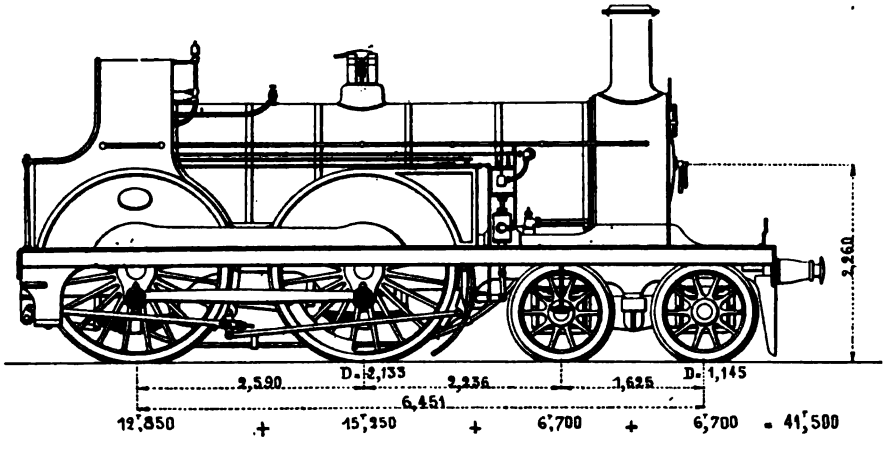


Fig. 89. — Locomotive à grande vitesse du *South Eastern Railway*.

bielles de tiroirs suspendues à l'arrière, par des menottes, à l'entretoise support de glissières. Le relevage se fait par-dessous, au moyen d'un arbre actionné par la vapeur[1].

Les bielles d'accouplement sont à bagues sans serrage; elles ne sont pas évidées.

Le régulateur, qui se trouve dans la boîte à fumée comme nous l'avons vu, est à traction, et se manœuvre à l'aide d'un levier horizontal à double branche placée contre la façade arrière de la chaudière.

L'alimentation est assurée par deux injecteurs horizontaux non aspirants, placés sous la plate-forme. Les tuyaux de prise de vapeur viennent se brancher sur une colonnette placée à l'avant de la cabine et commune au sifflet et au manomètre. Le refoulement des injecteurs se fait par la plaque tubulaire avant au moyen de deux boîtes à clapets dissimulées dans la boîte à fumée; les tuyaux de refoulement portent chacun, dans un endroit apparent, un robinet situé par le travers des glissières.

Cette machine est munie du frein à vide automatique dont la manœuvre est placée à droite, sur l'arrière du foyer. La prise de vapeur se fait par un tuyau qui prend naissance sur l'avant du foyer et qui se recourbe vers l'arrière pour rentrer dans l'abri.

Le tender, à six roues, comporte des longerons doubles; le longeron

[1] Nous avons décrit, dans le chapitre réservé à la construction des organes du mécanisme, la disposition de cet appareil à vapeur de changement de marche.

extérieur, seul, porte des plaques de garde. Les ressorts sont placés au-dessus du tablier; la caisse à eau est comprise entre les ressorts et se prolonge sous la plate-forme par une caisse qui s'abaisse presque jusqu'aux essieux.

Les essieux sont également espacés et les longerons ne présentent aucune saillie extérieure; les glissières des plaques de garde sont disposées à l'intérieur.

Voici, d'après une communication de M. J. Stirling à l'Institution des *Civil Engineers* de Londres, quelques résultats obtenus en service avec ces machines :

Mai 1887 : Charge 12 voitures; poids total compris machine et tender; 190 t. Consommation de charbon par kilomètre : 7,82 kg.

Août 1887 : Charge 15 voitures; poids total compris machine et tender; 220 t. Consommation de charbon par kilomètre : 8,13 kg.

Novembre 1887 : Charge 12 voitures; poids total, 190 t. Consommation de charbon par kilomètre : 10,49 kg.

Ces chiffres font nettement ressortir l'influence du poids à remorquer et de la saison.

Les dimensions principales de cette machine sont consignées dans le tableau ci-après.

Grille.	Longueur. . . .	1,540 m	Poids de la locomotive pleine.		41,50 t
	Largeur	1,010	Répartition du poids sur les rails, machine pleine, au départ. . . .	Bogie .	13,40
	Surface.	1,55 m²		Moteur.	15,25
Tubes.	Nombre.	202		Couplé.	12,85
	Longueur (entre plaques) . . .	3,254 m	Poids utile pour l'adhérence.		28,10
	Surface de chauffe (intérieure) . .	85,28 m²	Longerons. — Épaisseur . .		25 mm
Surface de chauffe.	Du foyer	9,62	Écartement intérieur des longerons.		1,244 m
	Totale.	94,90	Diamètre des fusées des essieux.	Bogie. . . .	0,139
Diamètre intérieur moyen, corps cylindrique		1,321 m		Moteur. . .	0,184
Hauteur de l'axe au-dessus du rail		2,260		Arrière. . .	0,184
Épaisseur des tôles de la chaudière		14,3 mm	Longueur des fusées des essieux.	Bogie. . . .	0,228
Timbre		10,54 kg		Moteur. . .	0,203
Entraxe des cylindres . . .		0,723 m		Arrière. . .	0,203
Diamètre des cylindres. . .		0,482 m	TENDER		
Course des pistons.		0,660	Diamètre des roues		1,219 m
Diamètre des roues.	Bogie	1,145	Entraxe.		1,829
	Couplées. . . .	2,133	Approvisionnement en eau.		11 m³
Entraxe des essieux	Couplés	2,590	Approvisionnement en combustible.		4 t
	Du bogie. . . .	1,625	Poids plein		30,50 t
Entraxe des roues extrêmes.		6,451			

London Chatam and Dover. — Cette Compagnie ne possède en réalité qu'un seul type de locomotive de grande ligne pour trains de voyageurs (fig. 90). C'est une machine à bogie à châssis et cylindres intérieurs, d'un type essentiellement anglais mais assez peu puissant, offrant les conditions principales d'établissement qui suivent :

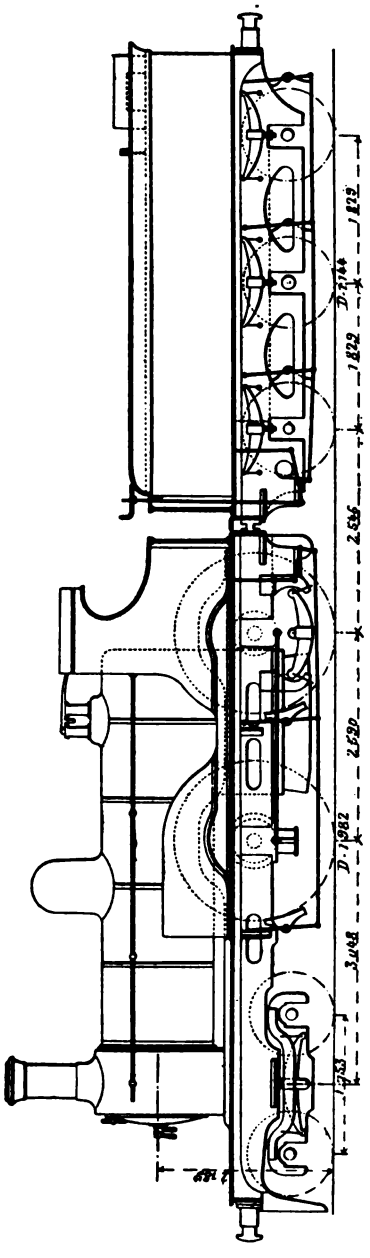


Fig. 90. — Locomotive à grande vitesse du *London Chatham and Dover.*

Surface de grille.	1,57 m²
— de chauffe.	103,90 —
Timbre	10,00 kg.
Diamètre moyen du corps cylindrique.	1,296 m.
Nombre de tubes.	216
Longueur des tubes entre plaques. .	3,270 —
Diamètre des cylindres.	0,458 m.
Course des pistons.	0,660 —
Diamètre des roues accouplées . . .	1,982 —
Poids total en ordre de marche . . .	43,16 t.
— adhérent	28,69 —

Le dôme est placé sur le milieu du corps cylindrique; les soupapes, à charge directe et du type Ramsbottom, sont situées sur la boîte à feu.

Les ressorts des essieux accouplés sont placés sous les boîtes, ceux de l'essieu moteur sont hélicoïdaux.

Le tender, à six roues, offre une contenance de 11,36 m³. et pèse 31,50 t. en ordre de marche.

Ce type de machine a été créé en 1877 et n'a reçu depuis que de légères modifications et des perfectionnements de détail. Il a remplacé une machine un peu moins forte, à trois essieux et à châssis double, remorquant encore exceptionnellement les trains express sur la grande ligne.

Great Eastern. — Cette Compagnie est, avec celle du *London and North Western*, la seule qui, en Angleterre, ne fasse pas usage de locomotives à grande vitesse à bogie; elle compte cependant à son effectif dix locomotives compound à bogie construites en 1885 par M. Worsdell, mais qui n'ont pas été reproduites depuis. La traction des trains de voyageurs est assurée par des locomotives à quatre roues accouplées de 2,14 m. de dia-

mètre, à châssis intérieur pour les essieux moteurs, extérieur pour les roues porteuses placées à l'avant, offrant un empattement total de 5,32 m. (fig. 91). Les premières locomotives de ce type, successivement modifié dans ses détails, ont été mises en service en 1882.

Le foyer plonge entre les deux essieux accouplés écartés de 2,66 m. Les

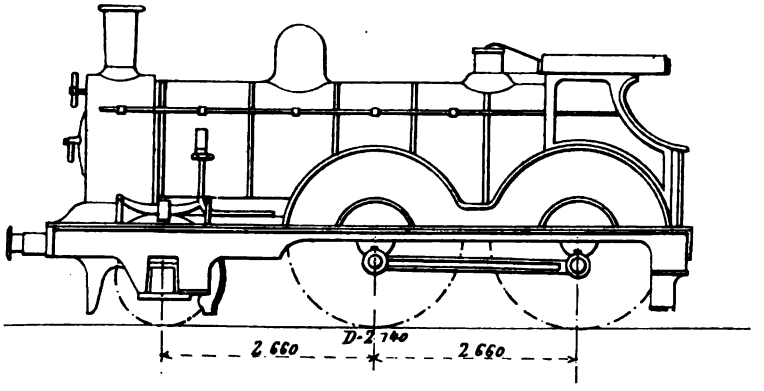


Fig. 91. — Locomotive à grande vitesse du du *Great Eastern Railway*.

surfaces de chauffe et de grille ont respectivement 103 m². et 1,70m². Les tubes, au nombre de 253, ont 3,15 m. de longueur. Le timbre est de 12 kg. dans les dernières constructions.

Les cylindres ont 0,457 m. × 0,610 m.

Le poids est de 39,50 t. à vide et en ordre de service de 42,80 t.

La même administration a mis plus récemment en service un type analogue, mais monté sur des roues accouplées de 1,73 m. et destiné à la traction des trains de voyageurs sur les lignes à profil accidenté. Les cylindres ont 0,440 m. de diamètre et 0,610 m. de course; le mécanisme et la chaudière sont identiques à ceux des machines à grande vitesse.

Great Northern. — La traction des trains express, sur la grande ligne du *Great Northern* est effectuée jusqu'ici à l'aide de machines à roues libres appartenant à deux types dont nous avons parlé plus haut. Les machines à quatre roues accouplées sont jusqu'ici réservées aux lignes secondaires ou à la traction des trains moins rapides.

Le type courant est représenté par le schéma de la figure 92. Le foyer, dont la longueur extérieure est de 1,680 m., plonge entre les deux essieux accouplés. L'essieu porteur avant passe sous les cylindres. Les roues motrices ont un diamètre de 2,02 m.; les cylindres ont 0,444 m. × 0,660 m. Le poids en charge ne dépasse pas 39 t.

La chaudière ne comporte aucun dôme; soupapes à charge directe sur la boîte à feu; régulateur dans la boîte à fumée; tout le mécanisme est intérieur.

Ces locomotives, de petites dimensions pour le travail qui leur est demandé, sont peut-être les plus forcées de toute l'Angleterre. Elles arrivent à effectuer leur service grâce à un échappement très serré et à l'emploi d'un combustible de choix.

La même Compagnie emploie pour les services moins rapides un type de machine mixte (fig. 93), ayant sensiblement la même chaudière que le précédent, mais monté sur une paire de roues accouplées sur l'avant, de 1,71 m. de diamètre. L'essieu porteur passe derrière le foyer.

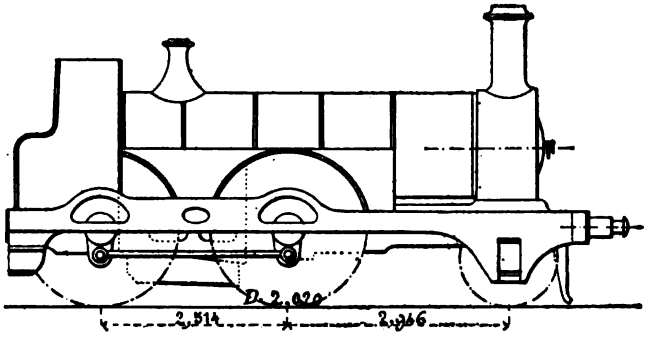


Fig. 92. — Locomotive à grande vitesse à quatre roues accouplées du *Great Northern Railway*.

La Compagnie du *Great Northern* a mis en service en 1896 ses premières machines à quatre roues accouplées à bogie, qui sont plus puissantes que les précédentes. Roues accouplées de 2,02 m., cylindres de 0,444 m. × 0,660 m., timbre 12 kg.; surface de chauffe : 134 m², de : grille 1,67 m². Poids en ordre de marche 46,40 t. dont 29,30 t. sur les deux essieux accouplés. Cette locomotive, toute récente, montre que les ingénieurs anglais n'ont aucune tendance, en dehors des services spéciaux comme ceux dont nous avons parlé ci-dessus, à accroître la puissance de leurs locomotives à grande vitesse au-delà des proportions devenues classiques chez eux.

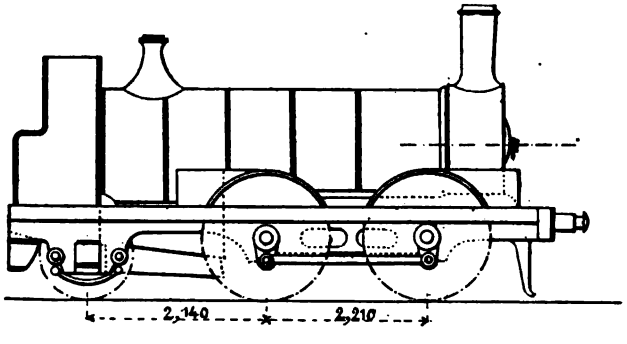


Fig. 93. — Locomotive mixte du *Great Northern Railway*.

La nouvelle locomotive du *Great Northern* est une très belle machine dont la photographie ci-jointe (fig. 94) donne une idée très complète. Les couvre-roues affectent une forme à peu près semblable à celle des locomotives du *North Eastern*. L'abri est beaucoup plus important que dans les machines précédentes du même réseau.

Le tender, à six roues, peut prendre 14,85 t. d'eau et 5 t. de charbon; il pèse 38 t. en charge.

Midland Railway. — Cette Compagnie possède un magnifique matériel, entretenu d'une manière remarquable et qui a servi de point de départ pour l'établissement des types à grande vitesse de plusieurs autres réseaux; elle

Fig. 94. — Locomotive à grande vitesse, à quatre roues accouplées, du *Great Northern Railway*. (D'après une photographie de M. A. Moore.)

fut une des premières, en Angleterre, à adopter le bogie pour ses locomotives express (1876).

Les anciennes locomotives du *Midland Ry*, construites antérieurement à

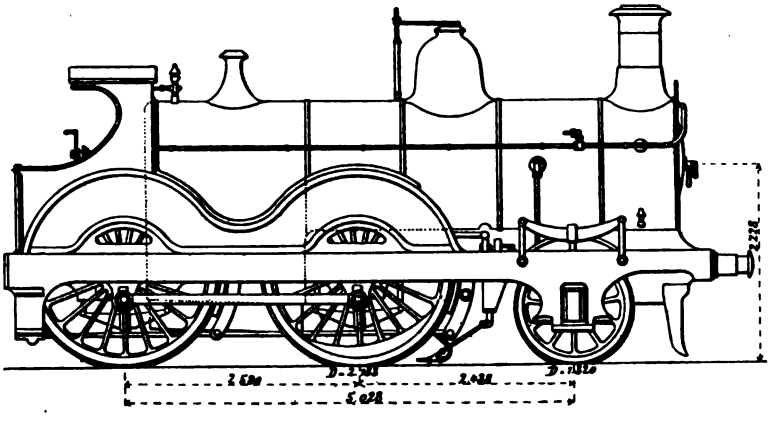


Fig. 95. — Locomotive à grande vitesse à quatre roues accouplées (type de 1879) du *Midland Railway*.

1875, avaient des longerons extérieurs. Dans le type express à trois essieux de 1879 on a conservé seulement les longeronnets extérieurs pour l'essieu porteur avant (fig. 95). Les machines à bogie construites depuis 1876 sont à longerons intérieurs.

Indépendamment des locomotives à roues libres dont nous avons parlé plus

haut, le service des trains express ou ordinaires est assuré par des locomotives à quatre roues accouplées et à bogie (les anciens types reconstruits et un lot de machines de 1879 sont à trois essieux) différant fort peu entre elles. Dans toutes ces machines les cylindres, le châssis et tout le mécanisme sont intérieurs. Le foyer, profond, plonge entre les deux essieux accouplés. Les distributions sont du type Stephenson; les locomotives construites de 1877 à 1884 ont reçu la distribution Joy, depuis supprimée.

Dans les dernières constructions (fig. 96), la boîte à fumée ne fait pas

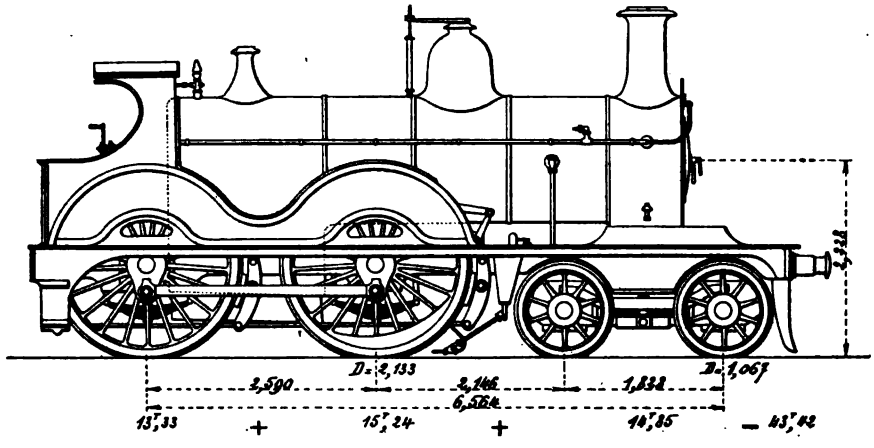


Fig. 96. — Locomotive à grande vitesse à quatre roues accouplées du *Midland Railway*.

saillie sur le corps cylindrique et se trouve recouverte par le prolongement de l'enveloppe de ce dernier, disposition assez rare en Angleterre et que l'on ne retrouve guère que sur les machines du *Brighton*. La cheminée est en fonte et à enveloppe.

Les roues accouplées ont un diamètre variant entre 2,133 m. pour les lignes à profil relativement facile (sur les lignes à profil facile le service est effectué par des machines à roues libres), et 1,981 m. pour les lignes moins faciles.

Ces locomotives, qui ne sont pas en apparence très puissantes, accomplissent cependant des services remarquables grâce à la bonne qualité du combustible employé et à l'activité de leur production; brûlant d'excellent charbon du Derbyshire elles soutiennent, en rampe continue de 11 mm., avec un train d'un poids net de 190 t., une vitesse de 55 km. à l'heure.

Au nombre des particularités qui se retrouvent sur la plupart des locomotives du *Midland*, tout au moins sur les machines construites depuis une quinzaine d'années, nous devrons citer les suivantes : foyer avec voûte en briques, déflecteur et porte à volets du type Johnson ; consolidation du foyer par des fermes supportées placées en long. Corps cylindrique formé de trois

viroles télescopées ; cheminée en fonte, à enveloppe. Dôme de faibles dimensions renfermant le régulateur et portant deux soupapes à balance, une autre soupape à charge directe étant placée sur la boîte à feu. Châssis intérieur rétréci sur l'avant pour permettre le déplacement des roues du bogie. Supports de glissières en acier moulé ; essieux coudés, frettés et consolidés par un boulon central ; ressorts de suspension héliçoïdaux pour l'essieu moteur ; roues en acier moulé. Glissières doubles ; bielles à grosses têtes à chapes ; distribution par coulisse de Stephenson fendues avec relevage par-dessus, actionnant directement les tiroirs placés verticalement entre les cylindres ; bielles d'accouplement à têtes rondes. Changement de marche à vis commandé par une manivelle et placé sur le couvre-roues arrière de droite ; injecteurs Gresham placés verticalement sur la façade arrière de la chaudière. Abri en forme de *cab*, assez court ; sablière à vapeur ; graissage à distance au moyen d'appareils à condensation placés dans l'abri.

Les dimensions principales du type le plus répandu sont comme suit :

Surface de grille	1,63 m²
— de chauffe totale	117,15 —
Timbre	11,25 kg.
Diamètre des cylindres	0,457 m.
Course des pistons	0,660 —
Diamètre des roues accouplées	2,133 —
Empattement total	6,600 —
Poids total en ordre de marche	43,40 t.
— adhérent	28,30 —

Dans les dernières machines construites, le diamètre des cylindres a été porté à 0,470 m.

La contenance des caisses à eau du tender est de 14 800 l. ; le poids total en charge de ce véhicule est de 36,64 t.

London and North Western. — L'importante Compagnie du *London and North Western* effectue la traction de ses trains de voyageurs au moyen de locomotives à trois essieux dont deux accouplés, à cylindres égaux, et de locomotives compound à trois cylindres du type Webb.

Les locomotives à cylindres égaux sont dérivées du type *Precedent* (fig. 97), créé par M. F.-W. Webb en 1872 et successivement modifié et perfectionné. Ces locomotives offrent une grande ressemblance avec la machine exposée par Sharp en 1878. Cylindres et châssis intérieurs ; chaudière à tubes courts et à foyer profond plongeant entre les essieux accouplés. Distribution par coulisses Stephenson. Les cylindres ont 0,432 m. × 0,610 m. ; la surface de chauffe totale est de 100 m². Le corps cylindrique à 1,238 m. de diamètre.

Les roues accouplées ont 1,981 m. de diamètre (une autre classe, ayant

même chaudière, est montée sur des roues de 1,676 m. ; une autre sur des roues de 2,02 m.). Le poids total en ordre de marche ne dépasse pas 34 t. C'est un excellent type de machine qui a, depuis de longues années, effectué des services très remarquables, étant donnés ses dimensions et son poids réduits. Il reste d'ailleurs chargé de la plus grande partie du service des express de la Compagnie que les compound sont en beaucoup trop petit nombre pour assurer.

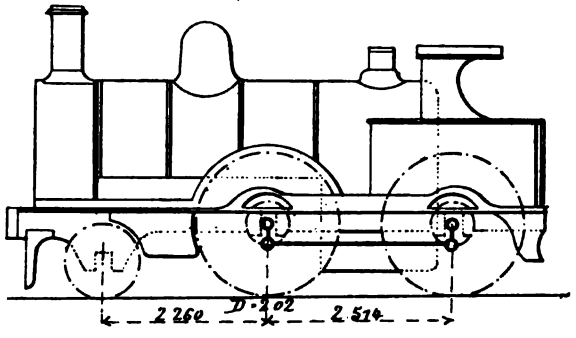


Fig. 97. — Locomotive à grande vitesse du *London and North Western Railway* (type *Precedent*).

Les locomotives compound à grande vitesse à trois cylindres appartiennent à quatre types : les machines du type *Experiment*, les premières construites (1881), montées sur des roues de 1,981 m. et pesant environ 37,50 t. ; les locomotives du type *Dreadnought*, étudiées en mises

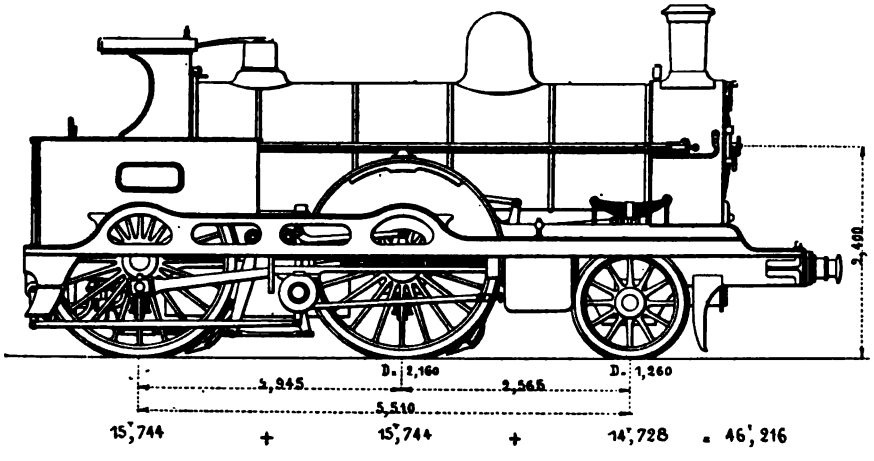


Fig. 98. — Locomotive compound à grande vitesse, système Webb, du type « Teutonic », du *London and North Western Railway*.

en service en 1884, possédant des roues motrices de 1,830 m. pour les unes et de 1,905 m. pour les autres et pesant près de 43 t. ; les machines des types *Teutonic* et *Jeannie Deans* étudiées un peu après, semblables sous presque tous les rapports, mais plus puissantes et possédant des roues de 2,160 m. (fig. 98 et 99) ; enfin celles du type *Greater Britain* dans lesquelles les essieux accouplés sont placés sous le corps cylindrique et compris entre deux essieux porteurs.

Les dimensions principales du type *Teutonic* sont consignées ci-dessous :

Surface de chauffe totale	130,00	m²
— de grille	1,90	—
Longueur des tubes	3,43	m.
Nombre des tubes	225	
Diamètre du corps cylindrique	1,296	m.
Timbre	12,30	kg.
Hauteur de l'axe du corps cylindrique au-dessus des rails	2,40	m.
Diamètre des cylindres HP	0,356	—
— — BP	0,711	—
Course des pistons	0,660	—
Rapport des volumes	2	—
Diamètre des roues motrices	2,158	—
— — porteuses	1,256	—
Empattement	5,510	—
Poids total à vide	41,30	t.
Poids en charge — Avant	14,72	—
Poids en charge — Milieu	15,75	—
Poids en charge — Arrière	15,75	—
Poids en charge — Total	46,22	—

Les locomotives du type *Greater Britain* (fig. 100) sont intéressantes à plus d'un titre, surtout comme constituant une des classes de machines les

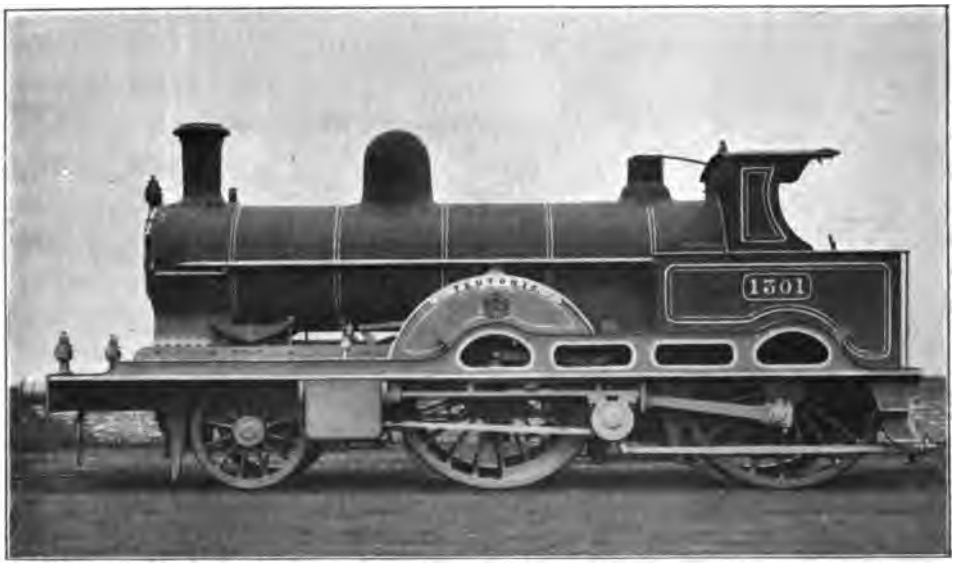


Fig. 99. — Locomotive compound à grande vitesse, système Webb, du *L. a. N.-W. Ry*.

plus puissantes qui soit en service chez nos voisins et comme présentant d'importantes dérogations à la pratique anglaise usuelle.

Les deux paires de roues accouplées sont placées au milieu sous le corps cylindrique dont la longueur est considérable ; il est séparé en deux parties

par une chambre de combustion placée au milieu, munie d'un trou d'homme et d'une trémie pour la vidange des escarbilles. La surface de chauffe totale est de 140 m² en nombre rond. Le foyer est très profond, mais la surface de grille ne dépasse pas 1,90 m².

Le diamètre des petits cylindres a été porté à 0,381 m. et celui du grand à 0,760 m. La distribution Joy, usitée pour les machines antérieures, a été remplacée par une distribution ordinaire par coulisses pour les tiroirs à haute

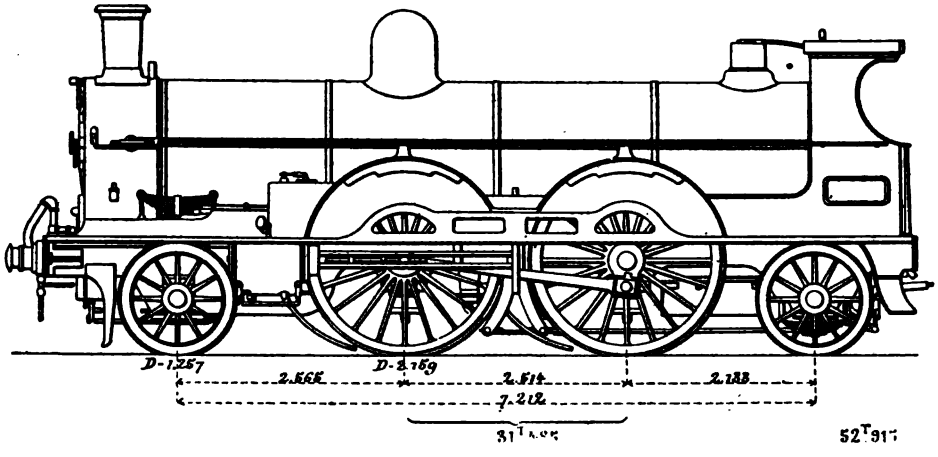


Fig. 100. — Locomotive compound à grande vitesse, système Webb, du type « Greater Britain » du *London and North Western Railway*.

pression, par une distribution à excentrique unique pour la basse pression.

Les ressorts des roues motrices et accouplées sont hélicoïdaux et placés sous les boîtes.

L'empattement total de ces locomotives est de 7,212 m., mais la base fixe ne dépasse pas 4,647 m., l'essieu avant étant radial.

Le poids total en ordre de marche est de 52,91 kg. dont 31,50 t. de poids adhérent.

Ces locomotives sont employées au service des express d'Ecosse (*West Coast*) comprenant quelques trains lourds et rapides. A la vitesse moyenne de marche de 76 km. à l'heure, sur la ligne de Crewe à Carlisle comportant plusieurs rampes assez dures, entre autres celle de Shap qui présente une inclinaison de 13 mm. sur une longueur de 7,2 km., la consommation moyenne de charbon par train-kilomètre est de 8,76 kg., y compris 0,34 kg. pour l'allumage. Elles ont atteint en pente la vitesse de 128 km. et remorquent un train de 170 t., en rampe continue de 3 mm. à la vitesse minimum de 90 km.

L'emploi des prises d'eau en route, devenu général sur le *London and North-Western*, a permis, bien que certains express de cette Compagnie

effectuent des parcours sans arrêt de 200 km. et plus, de limiter la contenance en eau des tenders à 8 100 l. et leur poids en charge à 25,50 t. Ces tenders sont cependant à six roues et assez longs; mais, comme d'ailleurs tous les tenders anglais, ils sont bas et étroits.

Great Western. — La traction des trains express, sur la grande ligne de Londres à Bristol et Exeter, est effectuée par des locomotives à roues libres décrites plus haut. La Compagnie a cependant créé en 1893 un type de locomotive à quatre roues accouplées reproduit jusqu'ici à très peu d'exemplaires, en tout semblable au dernier type de machine à essieux indépendants, sauf en ce qui concerne l'accouplement et le diamètre des roues motrices (2,140 m. au lieu de 2,340 m.).

Ces locomotives (fig. 101) présentent quelque ressemblance avec les *Outrances* du *Nord*, ayant comme elles les châssis principaux et du truck

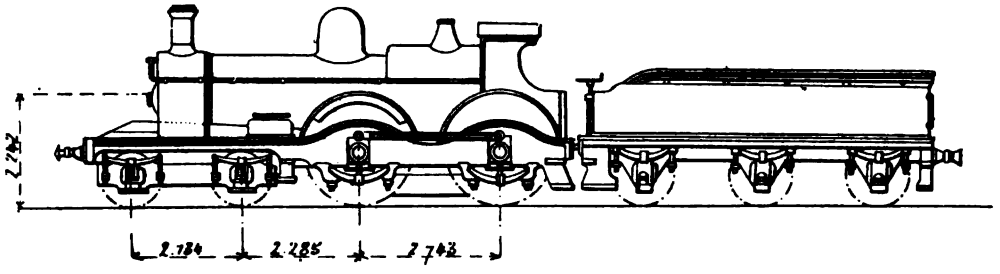


Fig. 101. — Nouvelle locomotive à grande vitesse à quatre roues accouplées du *Great Western Railway*.

extérieurs, mais elles sont plus puissantes (la grille est plus petite, mais destinée à brûler un combustible de premier choix et le foyer est profond), plus élégantes et plus simples d'aspect.

Ces locomotives sont munies de doubles longerons embrassant les roues motrices; les longerons intérieurs, toutefois, ne comportent de boîtes que pour l'essieu moteur qui se trouve ainsi chargé par quatre fusées placées deux à deux de part et d'autres des roues; cette disposition, autrefois plus employée en Angleterre, entraîne une très notable addition de poids, mais donne beaucoup de rigidité au châssis et diminue les risques de rupture des essieux coudés. D'autre part, l'emploi de quatre fusées permet une augmentation des surfaces de portage entraînant une réduction des chances de chauffage en vitesse, et l'emploi de ressorts plus légers, plus maniables et plus faciles à installer.

Le bogie, à longerons extérieurs, présente quelques dispositions particulières nécessitées par le diamètre relativement grand de ses roues et par le volume considérable des cylindres dont les boîtes à tiroir, disposées vers le dessous, rendaient difficile l'installation de la traverse de support et du pivot.

Ce truck jouit d'un jeu latéral contrôlé par des ressorts hélicoïdaux disposés transversalement.

Les ressorts des roues motrices ou porteuses et accouplées sont placés sous les boîtes ; ceux des essieux du truck, au nombre de quatre et indépendants, sont placés au-dessus.

Les cylindres sont intérieurs et horizontaux ; la distribution est effectuée par des coulisses de Stephenson ordinaires.

La chaudière est la même pour les deux types de machines. Elle comporte une enveloppe de boîte à feu renflée et un corps cylindrique, assez court, muni d'un dôme vers l'arrière. La boîte à fumée, en saillie, est volumineuse et de grand diamètre, et la cheminée fort courte. Les tubes sont en laiton spécial et le foyer en cuivre ; la chaudière est en acier.

Ces machines, peintes en brun rouge et en vert foncé, très soignées dans leur construction et dans leur entretien, présentent un aspect des plus satisfaisants. Elles sont accompagnées d'un tender fort bas, à six roues, qui peut contenir 13,6 m³ d'eau et pèse 33 t. en charge.

Les dimensions principales de ces locomotives sont comme suit :

Longueur extérieure de la boîte à feu	1,93	m.
Largeur	1,22	—
Hauteur intérieure	1,32	—
Diamètre extérieur du corps cylindrique	1,30	—
Nombre de tubes	249	
Longueur utile des tubes	3,588	m.
Diamètre extérieur des tubes	0,045	—
Surface de chauffe directe	11,49	—
— — tubulaire	124,61	—
— — totale	136,10	—
— de grille	1,93	—
Timbre de la chaudière	11,25	kg.
Diamètre des roues motrices	2,14	m.
Diamètre des cylindres	0,510	—
Course des pistons	0,660	—
Répartition du poids en charge : Essieu arrière	15,75	t.
— moteur	16,02	—
Bogie	19,35	—
Total	51,12	—
Poids total en charge avec le tender	84,15	—

Sur ses lignes plus accidentées du Pays de Galles et du nord-ouest de l'Angleterre, la Compagnie du *Great Western* fait depuis longtemps usage de locomotives à quatre roues accouplées de 1,80 m. comportant un essieu porteur à l'avant, à châssis double, qui ne sont ni puissantes ni de construction récente et ne nous arrêteront pas.

En 1895, cette administration a mis en service un nouveau type de locomotive plus puissant destiné à remorquer les trains express ou directes sur

les lignes à profil accidenté (rampes de 15 à 20 mm.) du South Devon et de la Cornouailles, et qui offre les mêmes dispositions générales que les machines à roues de 2,14 m. dont nous avons parlé ci-dessus : cylindres et mécanisme intérieurs, châssis doubles et extérieurs pour le truck. Le foyer toutefois n'est pas renflé, il est du type Crampton avec consolidations par tirants et demi-fermes suspendues, suivant un type que nous décrivons ailleurs. La boîte à fumée, bien qu'en saillie sur le corps cylindrique et rectangulaire vers le bas, est prolongée à la partie antérieure, ce qui donne un aspect très lourd à l'avant de cette machine, d'ailleurs très compacte et robuste.

Les roues du bogie, comme celles du tender, sont du type Mansell, à centres pleins en bois.

Surface de grille	1,71	m²
— de chauffe	129,00	—
Timbre	11,25	kg.
Nombre de tubes	249	
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,324	m.
Longueur des tubes	3,430	—
Diamètre des cylindres	0,457	—
Course des pistons	0,660	—
Diamètre des roues accouplées	1,710	—
Poids en ordre de marche	46,40	t.
— adhérent	28,50	—

Le tender, à trois essieux, est muni d'une écoppe Ramsbottom et ne peut prendre que 9,00 m³ d'eau.

Malgré le petit diamètre de ses roues, cette locomotive est attelée à des trains dont la vitesse moyenne de marche atteint 76 km. à l'heure.

Lancashire and Yorkshire. — La Compagnie du *Lancashire and Yorkshire R^y*, dont les lignes sont accidentées, possède deux types de machines express, l'un à quatre roues accouplées de 2,21 m. pour les trains rapides, l'autre à quatre roues accouplées de 1,83 m. pour les trains moins rapides ou plus lourds. Ces deux types n'en forment en réalité qu'un seul, car ils ne diffèrent que par le diamètre des roues. Les trains rapides, tracés à une vitesse de 80 km. à l'heure, pèsent en moyenne 270 t., machine et tender compris et se composent normalement de 10 voitures mixtes à bogie. Sur la grande ligne de Leeds à Liverpool (136 km.) on ne rencontre qu'un seul palier important, de 4 km. environ et les longues rampes, de 10 à 11 mm., sont assez fréquentes. Sur la section plus facile, voisine de Liverpool, les vitesses maxima varient de 105 à 115 km. à l'heure, de même que sur la pente douce comprise entre les stations de Walsden à Sowerby. La section de Manchester à Walsden (32 km.) présente plusieurs courtes rampes de 13 mm. et de longues

rampes de 6 à 7 mm.; cette distance est franchie sans arrêt à une vitesse variant de 65 à 90 km. à l'heure.

Etant donnée la similitude des deux machines, nous ne décrirons que la locomotive express à quatre roues accouplées de 2,21 m. (fig. 102), mais nous le ferons assez complètement pour donner une idée de la pratique anglaise récente. Elle comporte à l'avant un bogie à déplacement latéral dont les roues n'ont que 0,927 m. de diamètre; ce diamètre a été choisi pour que toutes les pièces du bogie soient interchangeables avec celles du bogie de la machine express à roues de 1,83 m. Les longerons sont intérieurs pour la machine et pour le truck, le foyer très profond plonge entre les deux essieux accouplés.

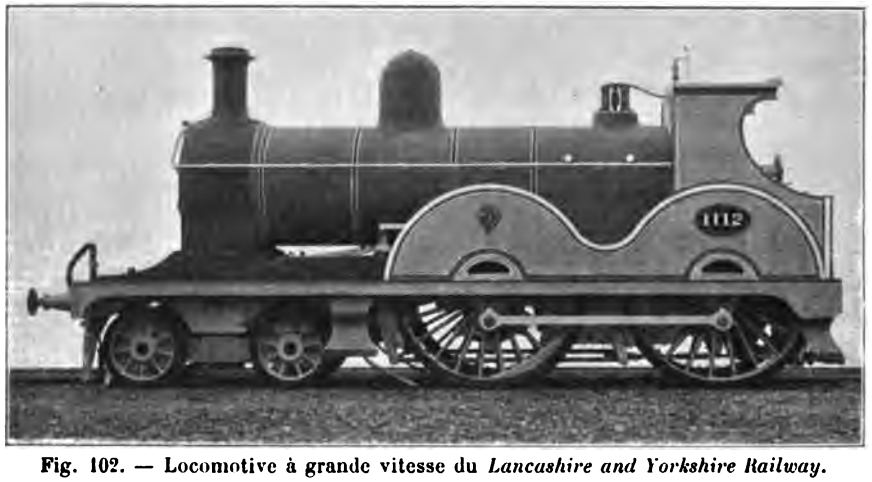


Fig. 102. — Locomotive à grande vitesse du *Lancashire and Yorkshire Railway.*

La chaudière est timbrée à 11,25 km.; le corps cylindrique, du type télescopique, se compose de trois viroles en tôle d'acier doux de 13 mm. assemblées deux à deux à recouvrement avec une rangée unique de rivets; la petite virole a un diamètre intérieur de 1,245 mm.; les joints longitudinaux sont à double couvre-joints avec quadruple rivetage.

L'axe du corps cylindrique est placé à une hauteur de 2,352 m. du rail de manière à dégager complètement le mécanisme et à le rendre très facilement accessible du dehors.

Le foyer, en cuivre, comporte une arche en briques et une porte à déflecteur : le ciel est armé par des fermes longitudinales en acier moulé reliées à l'enveloppe par deux rangées de tirants articulés. Malgré les dimensions relativement faibles de la grille (1,74 m²), la vaporisation est très satisfaisante, étant donné que l'on brûle en couche épaisse (environ 0,600 m.) et avec un échappement très serré un combustible d'excellente qualité.

Les tubes, en cuivre rouge spécial, au nombre de 220, ont une longueur utile de 3,353 m. La surface de chauffe totale est de 113 m² dont 10 m² de surface directe.

La boîte à fumée, renflée, a une longueur intérieure de 0,816 m.; elle est surmontée d'une cheminée cylindrique en fonte se prolongeant à l'intérieur de la boîte à fumée par une partie en forme d'entonnoir.

Un régulateur à tringle de manœuvre intérieure et à soupape équilibrée est placé dans le dôme. Des soupapes de sûreté à charge directe, du type Ramsbottom sont fixées sur une embase au-dessus du foyer. L'alimentation est assurée par deux injecteurs Gresham.

Les cylindres, placés à l'intérieur ainsi que tout le mécanisme, sont horizontaux; leur écartement d'axe en axe a été réduit à 0,584 m. grâce à l'emploi d'une distribution sans excentriques. Ces cylindres, qui ont 0,460 m. de diamètre, sont surmontés des boîtes à tiroirs dont les glaces sont horizontales; la course des pistons est de 0,660 m. La tuyère d'échappement, fixe, circulaire, a un diamètre de 0,120 m.

Les crosses de piston, en acier moulé, sont munies de coulisseaux doubles avec glissières latérales supportées au tiers de leur longueur environ par une plaque transversale en acier moulé formant entretoise des longerons.

La distribution est du système Joy avec coulisses en acier moulé; le relevage s'opère par un changement de marche à vis placé à l'arrière du foyer sur un des couvre-roues. Un balancier articulé en son milieu et directement actionné par la vis est interposé entre cette dernière et la barre de relevage.

Les longerons, en tôle d'acier de 25 mm., sont disposés entre les roues et évidés à l'avant pour permettre le passage des roues du bogie. Les roues sont en acier moulé avec bandages rapportés, agrafés du côté extérieur et maintenus en outre par des vis radiales.

La suspension est d'un type spécial; le ressort, à pincettes, est formé de deux branches réunies à chaque extrémité par un boulon. La portion inférieure du ressort repose par l'intermédiaire d'une vis de réglage sur un étrier suspendu au-dessous de la boîte. La partie supérieure reçoit en son centre le poids de la machine qui lui est transmis par l'entretoise des plaques de garde; en desserrant de quelques tours la vis disposée à la partie inférieure de l'étrier, on peut démonter rapidement le ressort.

Le bogie à déplacement transversal comporte des longerons intérieurs. La suspension est opérée à l'aide de huit ressorts héliçoïdaux placés de chaque côté des boîtes et reliés deux à deux par une traverse reposant sur le dessus de la boîte.

Cette machine est munie du frein à vide automatique agissant sur les deux paires de roues accouplées et de sablières Gresham à jet de vapeur placées sous le tablier contre les longerons, immédiatement à l'avant des roues motrices.

Le tender, à six roues, ne contient que 8 177 l. d'eau, mais il est muni d'une écope Ramsbottom manœuvrée au moyen d'un piston à air; son poids en

service est de 26 540 kg. dont 3 000 de combustible. La machine pèse 45 510 kg. en service ; le poids adhérent est de 31 490 kg.

D'après M. Rous-Marten, ces machines soutiennent, avec un train de 160 t., une vitesse de 78 km. à l'heure en rampe continue de 7 mm. Un des meilleurs parcours qu'elles effectuent est celui de Southport à Manchester, 55,10 km. en 39 min. avec une charge moyenne de 183 t.

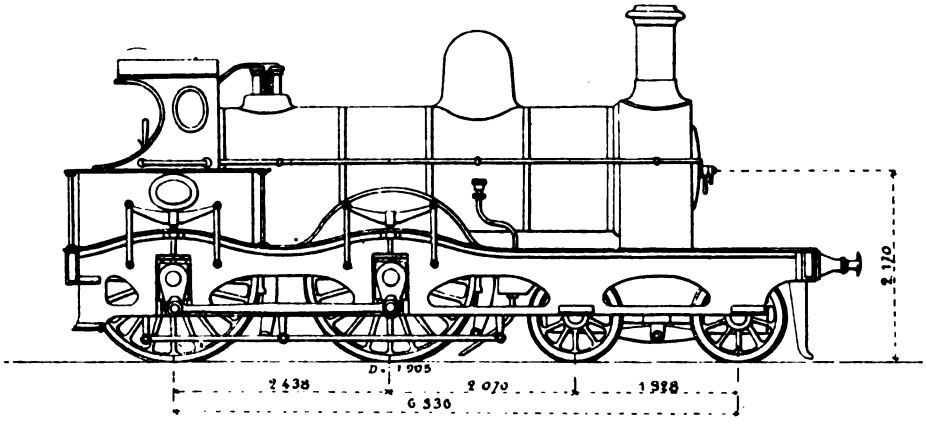


Fig. 103. — Locomotive à grande vitesse du *Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway* (type de 1879).

Manchester Sheffield and Lincolnshire. — Cette Compagnie a récemment pris une grande importance, surtout depuis le prolongement de ses lignes

Fig. 104. — Locomotive à grande vitesse (type de 1896) du *Manchester Sheffield and Lincolnshire Railway.*
D'après une photographie de M. A. Moore.

jusqu'à Londres qu'elle réunit maintenant concurremment à d'autres réseaux au district de Manchester. Elle a fait longtemps le service de ses trains avec

des locomotives à châssis doubles ; les derniers spécimens de ce type, construits en 1879 (fig. 103), avaient à l'avant un bogie à châssis intérieur.

Dans la suite, cette administration a fait construire plusieurs séries de locomotives à bogie, à châssis intérieur, dont la dernière série mise en service en 1895 a reçu, la première en Angleterre, un foyer Belpaire.

Les nouvelles locomotives à grande vitesse de ce réseau (fig. 104) ont des roues accouplées de 2,06 m. ; elles présentent un empattement total de 6,629 m. et un empattement fixe de 2,616 m. La chaudière est timbrée à 11,25 kg. Les cylindres ont 0,457 m. de diamètre et 0,660 m. de course. Le poids total en charge est de 46,75 t. dont 30,80 t. de poids adhérent ; l'essieu moteur porte 16,80 t. Les surfaces de chauffe et de grille sont respectivement de 118,72 m² et de 1,75 m².

North Eastern. — L'importante Compagnie du *North Eastern* possède un assez grand nombre de types de locomotives à quatre roues accouplées,

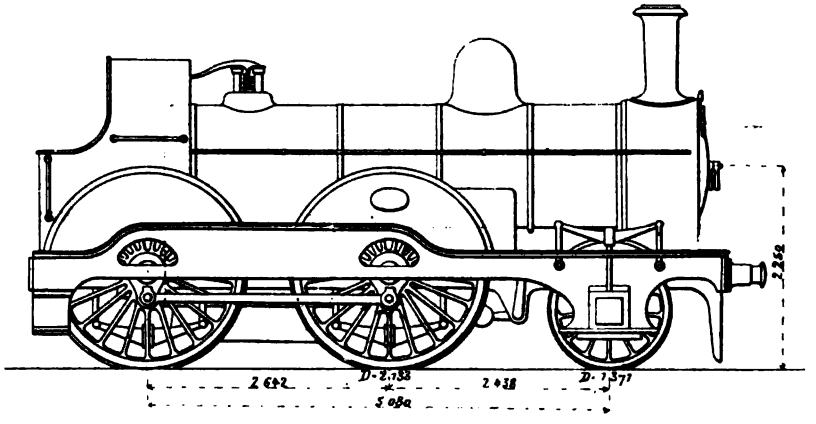


Fig. 105. — Locomotive à grande vitesse, à trois essieux (type de 1880) du *North Eastern Railway*.

actuellement en service, et dont la puissance s'est trouvée successivement accrue pour faire face aux exigences croissantes du trafic.

Elle compte à son effectif des locomotives à trois essieux dont un porteur, placé à l'avant, construites de 1870 à 1885 et pesant de 39 à 44 t. en ordre de marche. La figure 105 représente le dernier type d'express[1] à trois essieux construit en 1885 d'après les plans de M. Tennant. C'est une locomotive de 43 t. ayant une surface de chauffe de 116 m². et une surface de grille de 1,67 m². Les roues accouplées ont 2,133 m. de diamètre et les roues porteuses 1,372 m. ; les longerons sont doubles, intérieurs pour les roues accouplées extérieurs pour les roues porteuses.

Antérieurement à l'apparition de cette machine, M. Mac Donnell avait fait

[1] A l'exception de quelques compound Worsdell mises en service peu après.

construire pour ce réseau un lot de machines à bogie et à cylindres intérieurs ayant des roues accouplées de 2,040 m. et qui ne pesaient que 40 t. en ordre de marche. En 1886, M. T. W. Worsdell fit construire des locomotives beau-

Fig. 106. — Locomotive à grande vitesse (type de 1890) du *North Eastern Railway*.
D'après une photographie de M. A. Moore.

coup plus puissantes, compound à deux cylindres, analogues à celles qu'il avait introduit deux ans auparavant sur le *Great-Eastern* (fig. 106). Quelques-unes

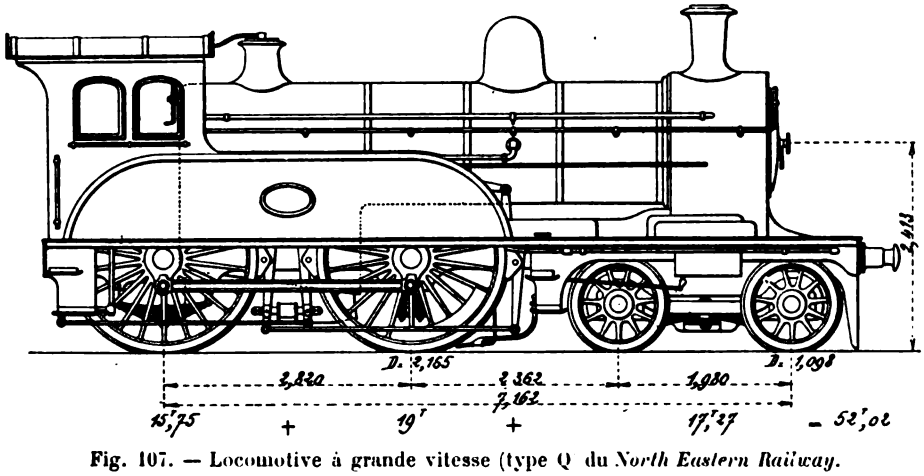


Fig. 107. — Locomotive à grande vitesse (type Q du *North Eastern Railway*.

de ces machines étaient à trois essieux avec une paire de roues porteuses de 1,397 m. à l'avant ; les autres reçurent un bogie. Les locomotives de ce type furent reproduites récemment avec quelques modifications par M. Wilson Worsdell qui les renforça beaucoup (fig. 107). Actuellement les deux derniers

types construits séries (Q et Q_1) sont les plus puissantes machines à grande vitesse qui soient en service en Angleterre et sont intéressantes à plusieurs points de vue. Ces deux types ont le plus grand nombre possible d'organes interchangeables; les chaudières ont le même corps cylindrique, mais le foyer de la dernière série construite a été allongé de 0,100 m. Quelques-unes de ces machines ont des tiroirs cylindriques, les autres des tiroirs plans ordinaires placés au-dessus des cylindres et actionnés par des coulisses de Stephenson à l'aide d'un arbre de renvoi. Les locomotives de la série Q^1 sont particulièrement remarquables par le grand diamètre de leurs roues accouplées qui est de 2,330 m.

Le *North Eastern Ry* effectue, entre York et Berwick, la traction des

Fig. 108. — Locomotive à grande vitesse (type Q_1) du *North Eastern Railway.*

express allant de Londres en Ecosse par la côte Est. On sait que certains de ces trains sont très rapides, l'un d'eux ayant une vitesse commerciale de 83 km. à l'heure. Leur poids a beaucoup augmenté depuis quelque temps par suite de l'introduction des voitures de luxe et de wagons-restaurants de deux classes. Le profil est assez facile entre York et Newcastle, mais de cette dernière ville à Edimbourg présente quelques rampes assez fortes l'une d'elles ayant 13 mm. par mètre d'inclinaison sur 7 km. de longueur.

De York à Newcastle, les trains rapides sont remorqués par des locomotives à roues indépendantes de 2,33 m. de diamètre, à bogie, à cylindres intérieurs; les unes du système compound Worsdell décrites plus haut, les autres, construites en 1895, sont à cylindres égaux. Ce sont de puissantes locomotives qui portent 19 t. sur leur essieu moteur; elles manquent cependant un peu d'adhérence pour l'exploitation de la section plus difficile, au nord de Newcastle. Le type remarquable représenté figures 108 et 109 a été étudié en 1896 par M. Wilson Worsdell pour effectuer ce service à grande

vitesse ; on a donné aux roues accouplées de même diamètre qu'aux roues motrices des machines à essieux indépendants (2,33 m.). On a en même temps augmenté le diamètre des cylindres et la surface de grille.

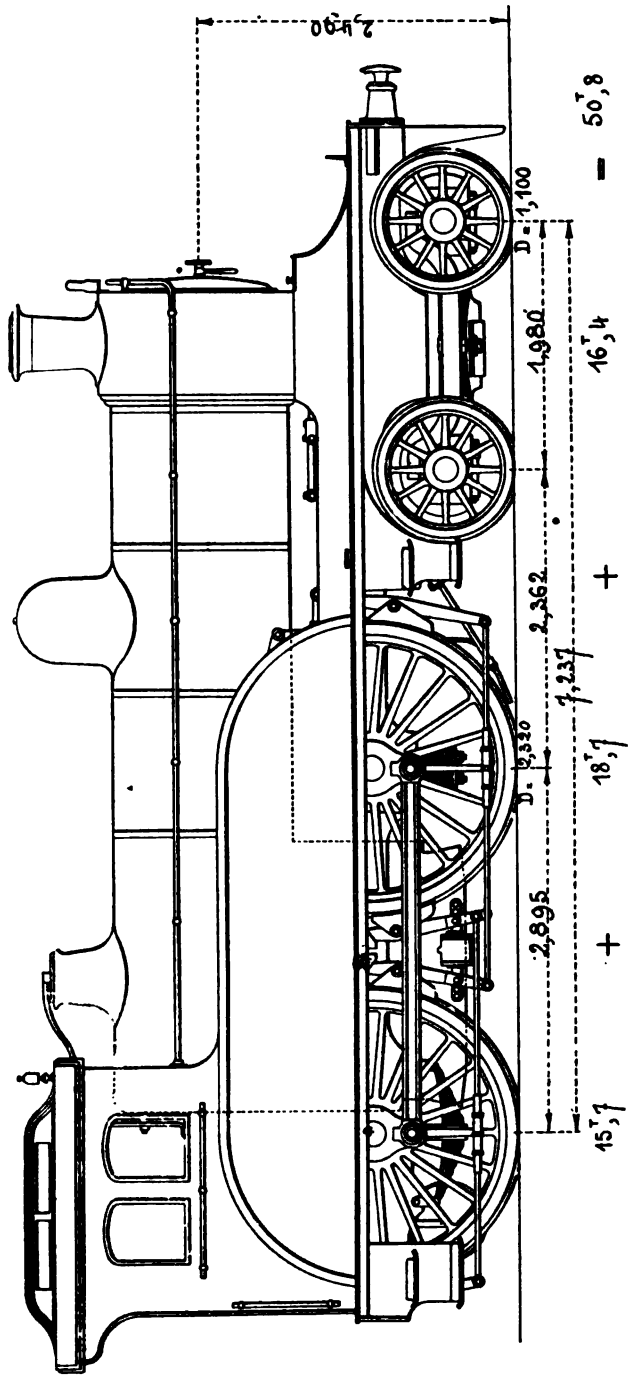


Fig. 109. — Locomotive à grande vitesse (type Q.) du *North Eastern Railway*.

Ces machines sont à cylindres et châssis intérieurs ; le foyer, profond, plonge entre les roues accouplées placées à l'arrière, et l'avant est supporté par un bogie. La surface de grille, de 1,95 m².,

est relativement considérable étant donnée la qualité du combustible brûlé et le mode de chauffe en couche épaisse. Les cylindres sont de grand volume : 0,508 m. de diamètre et 0,660 de course.

La chaudière, timbrée à 11,25 kg., est entièrement en acier. La boîte à feu est du type Crampton et le corps cylindrique est composé de trois viroles de même diamètre assemblées bout à bout par des couvre-joints extérieurs.

Un dôme de dimensions moyennes, contenant le régulateur à col de cygne et une tringle de manœuvre intérieure, est placé sur la virole milieu.

Le ciel du foyer est consolidé par des fermes en acier moulé disposées en

long et supportées par des menottes articulées à des cornières rivées sur l'intérieur de la tôle d'enveloppe. Le foyer est en cuivre (épaisseur des plaques : 16 mm.).

Les tubes, en laiton, au nombre de 201, ont 3,61 m. de longueur entre plaques.

La boîte à fumée est en saillie sur le corps cylindrique ; la cheminée, fort courte, se prolonge intérieurement vers le bas au moyen d'une partie évasée. L'échappement est fixe ; la tuyère, placée un peu plus bas que la rangée supérieure des tubes, a 0,121 m. de diamètre.

L'axe de la chaudière est situé à une hauteur de 2,489 m. au-dessus du plan supérieur des rails.

Les cylindres, horizontaux, sont surmontés de leurs boîtes à tiroirs dont les glaces sont également horizontales. Les tiroirs sont actionnés par des coulisses de Stephenson par l'intermédiaire d'un arbre de renvoi, suivant une disposition spéciale visible sur les figures. Les pistons sont munis d'une contre-tige.

Pour réduire les pertes de pression dans les cylindres aux grandes vitesses on a donné aux lumières d'admission et d'échappement de ces machines des dimensions plus grandes que dans aucune autre locomotive express, à notre connaissance ; ces lumières ont 0,400 m. de longueur, les orifices d'admission ont 0,051 m. de largeur et ceux d'échappement 0,102 m.

Les glissières sont à quatre guides.

L'essieu coudé est du type Worsdell à plateau ; les tourillons des boîtes ont 0,203 m. de diamètre et 0,229 m. de longueur. Les roues sont en acier moulé avec bandages rapportés et fixés au moyen d'agrafes.

L'abri est très complet avec fenêtres mobiles sur le côté.

On remarquera l'inégalité de répartition sur les deux essieux accouplés l'essieu moteur porte près de 19 t. et l'essieu arrière 16 t. seulement. La charge de 19 t. étant admise sur le réseau on a préféré ne pas faire porter le poids maximum à l'essieu moteur, ce qui a permis de supprimer le lest en fonte ordinairement nécessaire, dans les machines dont le foyer plonge entre les essieux arrière, pour assurer une charge suffisante du dernier essieu.

Cette machine est accompagnée d'un tender à six roues d'une capacité de 18 000 lit. muni d'une écoppe Ramsbottom pour prendre l'eau en route, ce qui permet d'effectuer sans arrêt le trajet de 198 km. qui sépare Newcaste d'Edimbourg.

Cette locomotive a remorqué un train du poids de 280 t. non compris machine et tender, à la vitesse moyenne de 80 km. à l'heure.

Les principales conditions d'établissement de ces machines sont les suivantes :

Longueur extérieure de la boîte à feu		2,133 m.
Profondeur intérieure du foyer à l'avant		1,945 —
Surface de grille		1,95 m²
Diamètre extérieur du corps cylindrique		1,321 m.
Timbre		11,25 kg.
Epaisseur des tôles (acier)		14,3 mm.
Longueur des tubes entre plaques		3,610 m.
Diamètre extérieur des tubes		44,4 mm.
Nombre des tubes		201
Surface de chauffe totale		120,77 m²
Diamètre des cylindres		0,508 m.
Course des pistons		0,660 —
Entraxe des cylindres		0,609 —
Diamètre des roues motrices		2,317 —
— — du bogie		1,098 —
Ecartement des essieux accouplés		2,895 —
Empattement total		7,237 —
Répartition du poids en charge	Bogie	16,40 t.
	Essieu moteur	18,70 —
	Essieu accouplé	15,70 —
	Total	50,08 —
Poids total du tender en ordre de marche		40,11 —

Comme exemple du travail fourni par ces machines nous citerons le parcours de York à Newcastle (130 km.) effectué normalement en 1,32 h. avec une charge de 250 t. sur une ligne renfermant de très nombreuses rampes de 4 à 7 mm.

Caledonian Railway. — Cette Compagnie n'a d'abord construit que des locomotives à grande vitesse à cylindres extérieurs. La figure 110 représente

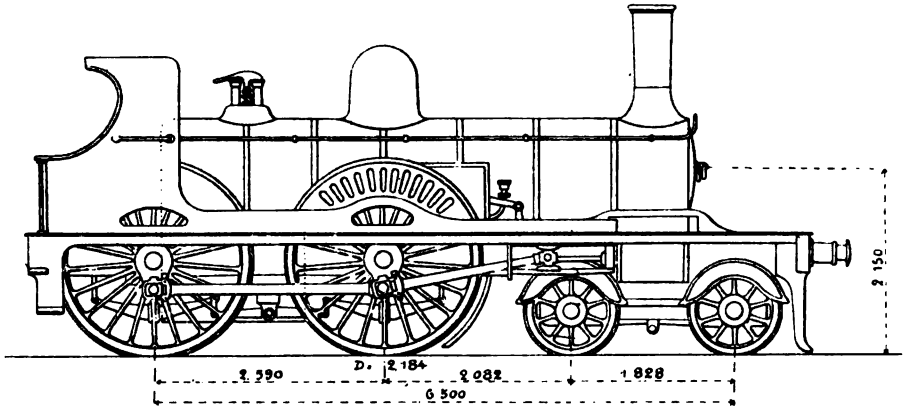


Fig. 110. — Ancienne locomotive à grande vitesse, à cylindres extérieurs du *Caledonian Railway*.

le type mis en service en 1877 et qui circule encore, mais a reçu dans presque tous les cas une nouvelle chaudière qui modifie un peu son aspect. C'est une locomotive montée sur des roues accouplées de 2,184 m., trop grandes pour

un réseau aussi accidenté, et possède un empattement total de 6,50 m. La surface de chauffe, avec l'ancienne chaudière, n'était que de 92 m². Les cylindres avaient 0,457 m. × 0,660 m. Le poids en charge était de 41,50 t. Ces locomotives avaient succédé à un type analogue, mais à trois essieux, étudié en 1875, à cylindres extérieurs et inclinés, actuellement en service sur la grande ligne mais qui a subi une transformation complète et a reçu de puissantes chaudières de rechange. Ces machines appartenaient à un type qui a été longtemps en faveur en Angleterre et analogue à celui que Buddicom introduisit en France ; un châssis extérieur portait les glissières des pistons et les plaques de garde de l'essieu avant.

M. Drummond étudia, en 1885, le type de locomotive à cylindres intérieurs qui a depuis prévalu au *Caledonian* et qui était presque identique à celui que le même ingénieur avait, peu auparavant, fait construire pour le *North-British*. Ces locomotives avaient des roues de 1,98 1 m., des cylindres de 0,457 m. × 0,660 m., une surface de chauffe de 112 m² et pesaient 45,70 t. ; le tender, d'une contenance de 12,70 m³ pesait 30,50 t. en charge. La Compagnie du *Caledonian* a fait construire dans la suite, avec quelques modifications, plusieurs lots de locomotives de ce type, successivement plus puissantes. Il ne nous paraît pas superflu, avant de décrire les locomotives les plus récentes (type *Dunalastair*), de dire un mot du service qu'elles effectuent.

Le *Caledonian Ry* sert de correspondant, pour Edimbourg, Glasgow et Aberdeen, au *London and North-Western;* il assure la traction des trains venant de Londres, entre autres des express de la côte *Ouest*, entre Carlisle et ces dernières villes. Certains de ces trains, tracés à une vitesse commerciale de 83 km. à l'heure, atteignent en été un poids net de 220 t., non compris machine et tender. La ligne de Carlisle à Edimbourg comporte une rampe dite de Beattock d'une longueur totale de 16,4 km., dont 3,2 km. en pente de 11 mm., 3,2 km. en pente de 12 mm., et 10 km. en pente de 13 mm.

L'accroissement continuel des charges et des vitesses, sur une ligne aussi accidentée, avait rendu les anciennes machines assez insuffisantes pour que, en 1895, M. Mac Intosh mît à l'étude une nouvelle machine dont les quinze premiers exemplaires sont en service depuis 1896 (fig. 111 et 112). Ce sont ces locomotives qui remorquent le train actuellement le plus rapide du monde, mais à parcours de faible longueur, allant de Perth à Forfar (52,3 km. en 32 min.).

Ces locomotives sont à quatre roues accouplées, à cylindres et à longerons intérieurs ; le foyer, très profond, descend entre les deux essieux accouplés. L'avant est supporté par un bogie.

L'écartement des deux cylindres, d'axe en axe, est de 0,675 m. ; leur diamètre et la course des pistons sont respectivement de 0,463 m. et

de 0,660 m. Les tiroirs sont placés verticalement entre les cylindres et actionnés directement par des coulisses de Stephenson, intérieures, à simple flasque. Les glissières, à quatre guides, sont supportées vers leur milieu par une entretoise, en acier moulé, portant aussi les guides des tiges des tiroirs.

La chaudière, timbrée à 11,65 kg., est entièrement en acier, à l'exception du foyer. Elle est placée à une hauteur suffisante, au-dessus des rails, pour que le corps cylindrique puisse déborder les roues motrices de part et d'autre,

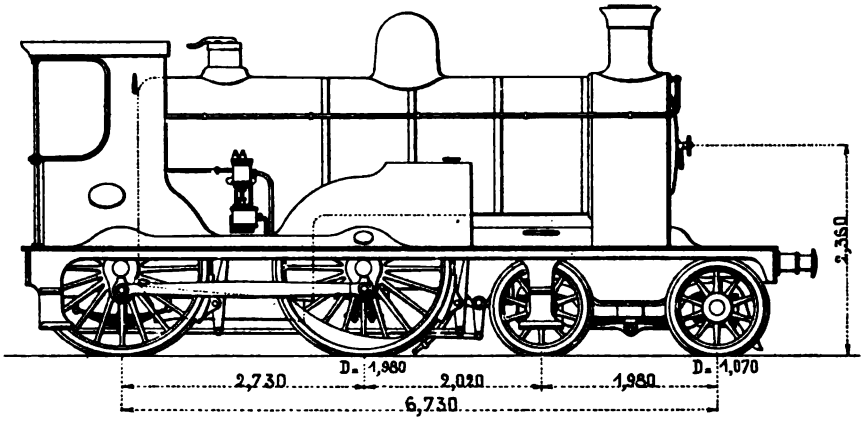


Fig. 111. — Locomotive à grande vitesse (type Dunalastair) du *Caledonian Railway*.

ce qui a permis de donner aux viroles un diamètre extérieur de 1,45 m. Le corps cylindrique renferme 265 tubes.

La boîte à feu mesure 1,95 m. de longueur extérieure.

La surface de chauffe totale s'élève à 130 m², dont 10,10 m² de surface directe ; la surface de grille est de 1,92 m².

La boîte à fumée fait saillie sur le corps cylindrique ; elle est surmontée d'une cheminée fort courte, légèrement tronconique et de grand diamètre.

L'échappement est fixe et annulaire.

Les soupapes, à charge directe, du type Ramsbotton modifié, très compactes, sont placées au-dessus du foyer.

Un dôme de petit volume est monté vers le milieu du corps cylindrique, et renferme un régulateur à col de cygne et une soupape équilibrée.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,98 m. et celles du bogie un diamètre de 1,07 m. ; ces roues sont en acier moulé.

L'empattement total est de 6,73 m., l'écartement des essieux accouplés étant de 2,73 m. et celui des essieux du truck de 1,98 m.

Les ressorts des essieux moteurs et accouplés sont placés sous les boîtes ; les premiers sont à spirale. Le bogie est du type à balanciers latéraux, avec ressort unique renversé, de chaque côté. Son pivot, ses supports et ses glissières sont en acier moulé.

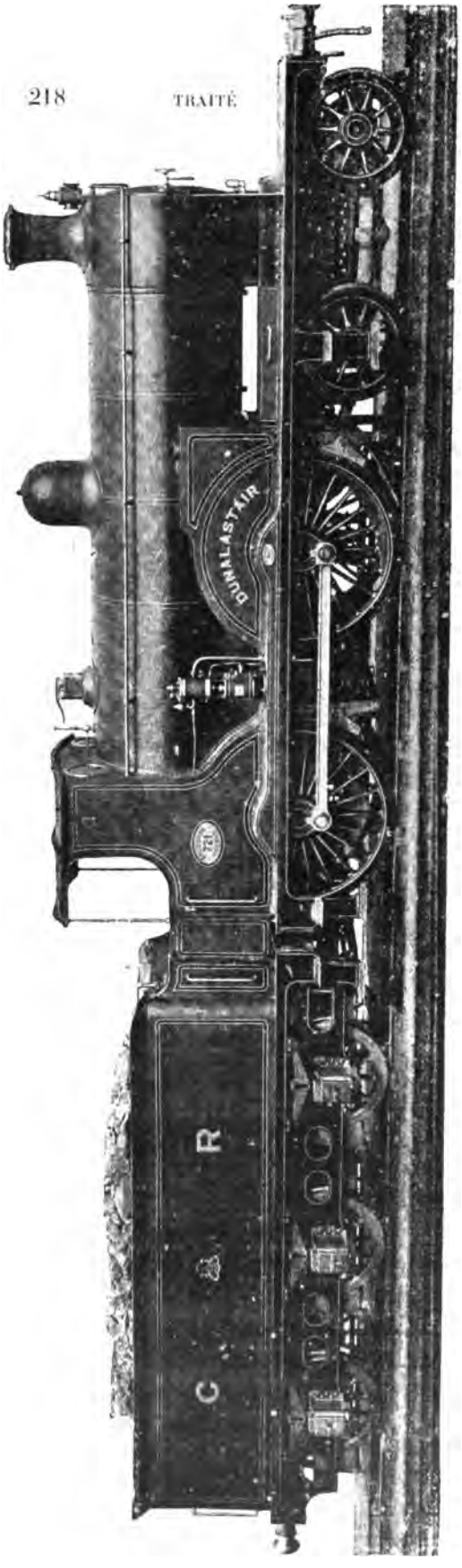


Fig. 112. — Locomotive à grande vitesse (type Dunalastair) du *Caledonian Railway*.

Les longerons sont emboutis vers l'intérieur, au droit des roues du bogie, pour permettre leur déplacement transversal.

Cette machine est munie du frein Westinghouse, agissant sur les deux paires de roues accouplées, et d'une sablière à injection d'air comprimé. Elle est accompagnée d'un tender à six roues pouvant recevoir 16,270 m³ d'eau, et dont le poids en charge s'élève à 39,83 t. Le poids de la machine, en ordre de marche, étant de 47,80 t., le poids total de la machine et du tender atteint donc 87,63 t.

Les résultats obtenus avec ces machines sur une des lignes les plus difficiles du Royaume-Uni sont très remarquables et dignes de fixer l'attention. Remorquant un train du poids net de 165 t., de Carlisle à Stirling, elles atteignent Beattock (64 km.) en 38 minutes, la moitié environ du trajet étant en rampe de 5 mm. Les 16 km. suivants, en rampe de 11 à 13 mm. sont parcourus en 15 à 16 min. ; les 38,6 km. qui suivent, dont 8 en rampe de 5 mm. et le reste en pente demandent de 19 à 20 min. M. Rous-Marten a noté sur cette section des vitesses de 129 à 135 km. à l'heure. La station de Carstairs (118,4 km.) est atteinte ensuite en 73 min., les deux tiers environ du trajet sont en rampe dont l'inclinai-

son atteint jusqu'à 13 mm. Les 71 km de Carstairs à Stirling sont en pente pour la plus grande partie du trajet, il existe toutefois quelques rampes sur une vingtaine de kilomètres ; de nombreuses bifurcations et des courbes raides obligent à des ralentissements en cours de route. Ce trajet a cependant été effectué en 44 et 45 min.

Le même train, de Perth à Forfar, est tracé à la vitesse moyenne de 98 km. (52,3 km. en 32 min.). Or, la première partie du trajet, sur 11 km. environ, est en rampe de 5 à 8 mm. Sur cette section le poids du train est ordinairement réduit à 100 t. environ. Les trains arrivent à l'heure et parfois en avance. M. Rous-Marten cite un cas, constaté par lui, dans lequel, avec une charge de 103 t. derrière le tender, le trajet de 52,3 km. fut parcouru en 30 min. 51 sec. soit 1 min. 9 sec. de moins que l'horaire ou une vitesse moyenne de 100,5 km.

Glasgow and South Western. — Cette Compagnie, dont le réseau est fort accidenté et dont la grande ligne est parcourue par des trains très rapides ne

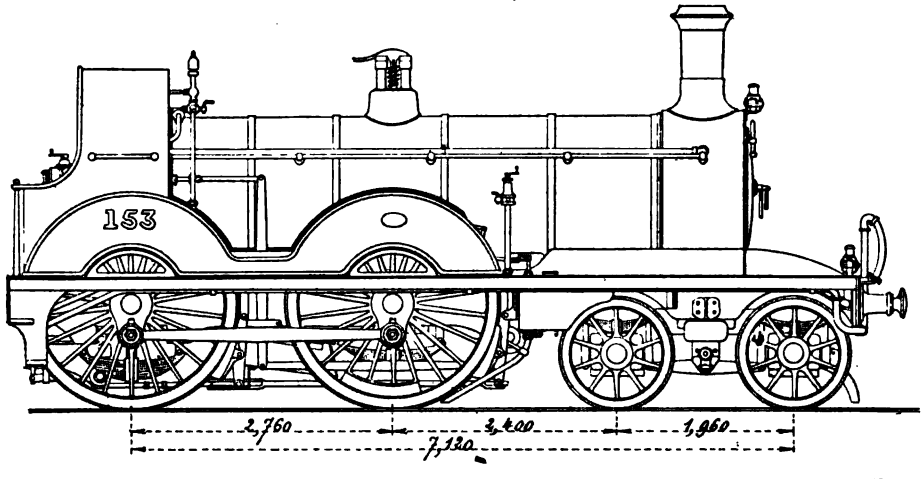


Fig. 113. — Locomotive à grande vitesse (type de 1886) du *Glasgow and South Western Railway*.

possédait, jusque récemment, que des locomotives à quatre roues accouplées, sans dômes, issues d'un type créé en 1873 par M. J. Stirling et qui a toujours effectué un excellent service. Ces locomotives appartenaient à deux types postérieurs à 1885, semblables à presque tous les points de vue, mais montés, l'un sur des roues de 2,070 m., (fig. 113) l'autre sur des roues de 1,866 m. Les types antérieurs, construits par M. Stirling, avaient des roues de 2,133 m. de diamètre.

Ces locomotives, presque identiques à celles qui ont été dans la suite mises en service sur le réseau du *South Eastern Ry* et dont nous avons parlé, ont des cylindres de 0,463 m. $\times$ 0,660 m., une surface de grille de 1,62 m²

et une surface de chauffe de 98 à 110 m²; elles pèsent en charge, suivant les séries, de 39,5 t. à 44 t. Elles sont toutes à châssis, cylindres et mécanisme intérieurs, avec changement de marche à vapeur. Leur tender, à trois essieux, dont la contenance n'est que de 10 m³, pèse 28 t. en charge.

De 1892 à 1895, la Compagnie a mis en service un nouveau type de locomotive à grande vitesse présentant une assez grande analogie avec les machines du *Midland* et qui est représenté figure 114 et 115.

Ces locomotives sont à quatre roues accouplées, à cylindres et à longerons intérieurs; le foyer plonge entre les deux essieux accouplés et l'avant est supporté par un bogie.

Les cylindres, dont l'écartement d'axe en axe est de 0,660 m., ont un dia-

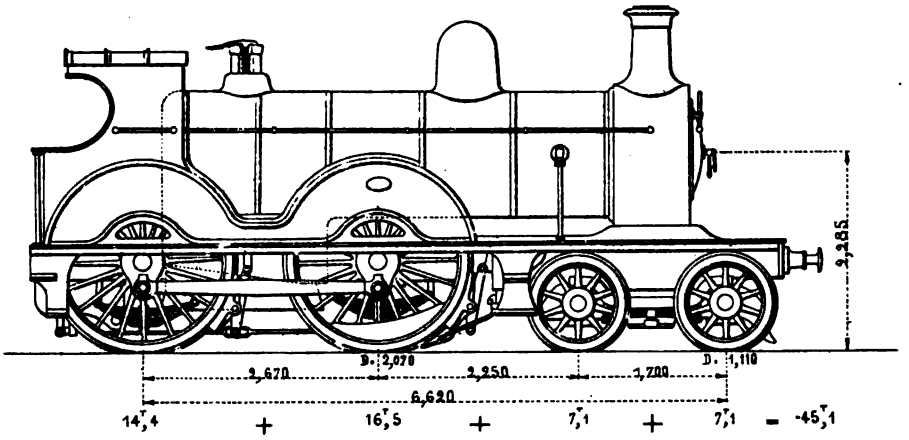


Fig. 114. — Locomotive à grande vitesse (type de 1895) du *Glasgow and South Western Railway.*

mètre de 0,463 m.; la course des pistons est de 0,660 m.; les tiroirs sont actionnés par des coulisses de Stephenson à simple flasque avec relevage par en dessous. Les glissières sont doubles; les bielles motrices sont munies de têtes à chapes rapportées et les bielles d'accouplement sont du type à bagues sans rattrapage de jeu.

La chaudière en tôle d'acier de 13 mm. et timbrée à 10,54 kg. a son axe à 2,285 m. au-dessus du niveau des rails son diamètre minimum est de 1,295 m. Le foyer en cuivre, du type Crampton, mesure 1,850 m, de longueur extérieur. La surface de chauffe totale est de 111,95 m² dont 11,44 m² de surface directe. La surface de grille est de 1,75 m².

La boîte à fumée, renflée, est construite en tôle de fer; elle est surmontée d'une cheminée en fonte.

Les soupapes à charge directe, du type Ramsbotton, sont placées en dessus du foyer.

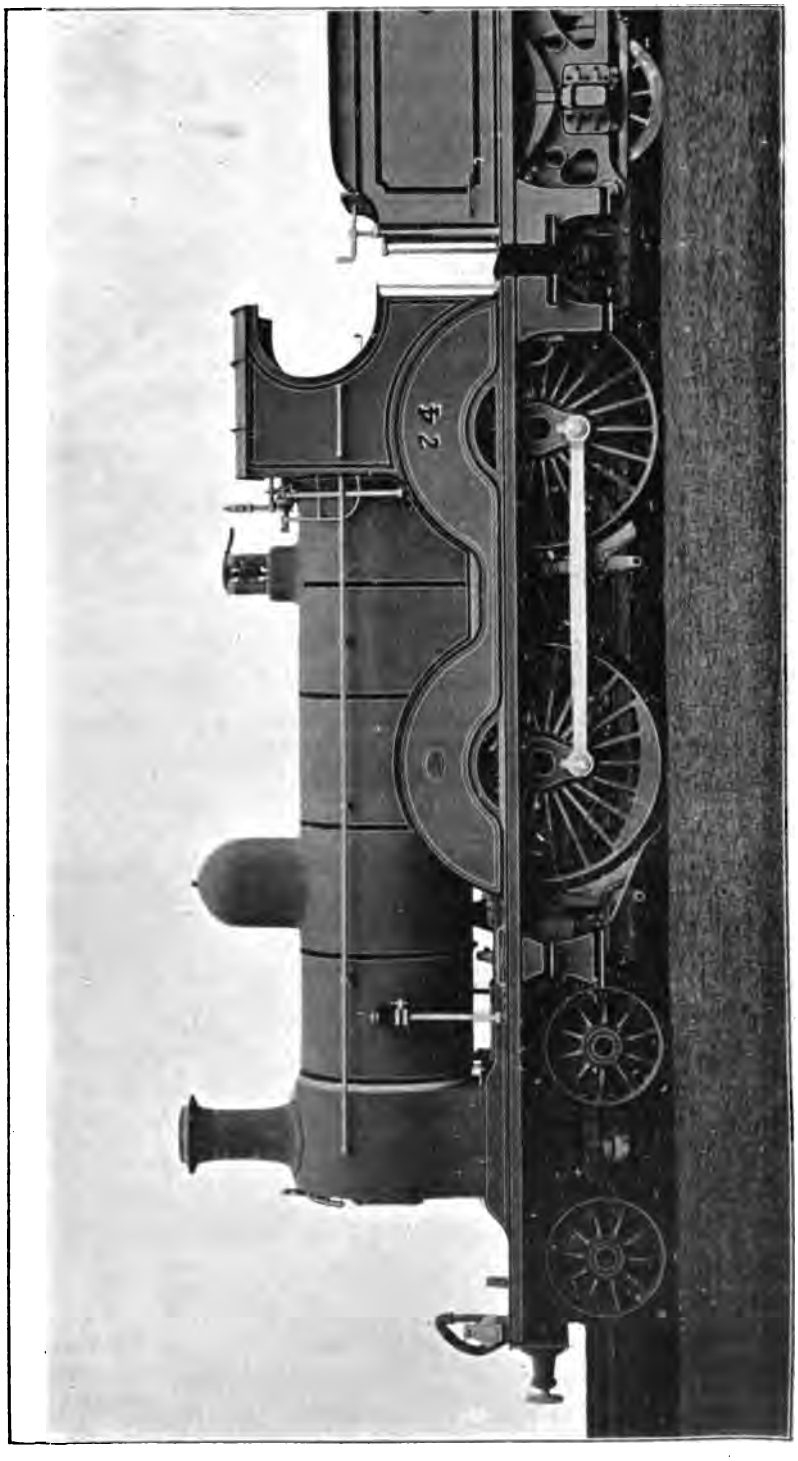


Fig. 115. — Locomotive à grande vitesse du *Glasgow and South Western Railway*.

Un dôme de prise de vapeur est situé au milieu du corps cylindrique qui est d'assez faible longueur.

L'empattement total est de 6,62 m. l'écartement des essieux accouplés étant de 2,67 m. et celui des essieux du truck de 1,70 m.

Les roues accouplées ont un diamètre de 2,07 m. et celles du bogie un diamètre de 1,07 m.

Le poids en charge est de 45,30 t. dont 31,10 t. sur les essieux accouplés.

Ces machines sont accompagnées d'un tender à six roues mais quelques-unes (nos 77 et 78) à titre d'essai ont été munies d'un tender à quatre essieux dont deux fixes et deux faisant partie d'un truck articulé placé à l'avant. Ces tenders peuvent contenir 11 250 lit. d'eau et 3000 kg. de combustible ; leur poids en charge est de 30 000 kg.

Ces machines assurent le service des trains express entre Carlisle et Glasgow (186 km.) en correspondance avec les trains du Midland Ry ; la vitesse commerciale de ces trains est de 75 km. à l'heure avec de nombreux arrêts, sur une ligne comportant des rampes nombreuses et longues. Leur consommation moyenne de charbon est de 9,58 kg. par train-kilomètre.

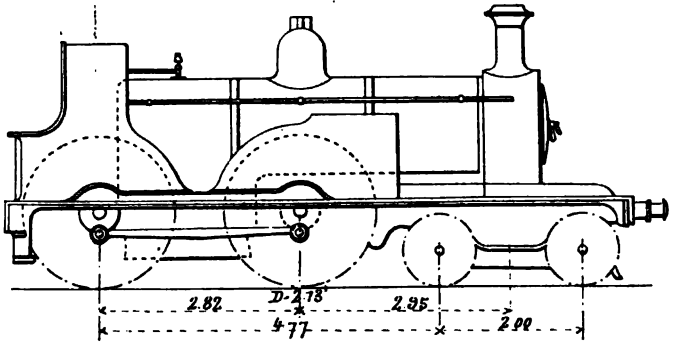


Fig. 116. — Locomotive à grande vitesse du *North British Railway*.

North British. — Le matériel de cette Compagnie ressemble d'une manière frappante à celui du *Caledonian*. Le service des trains express est assuré par des locomotives à bogie (fig. 116) d'un type arrêté vers 1885, le premier, croyons-nous, dans lequel on ait adopté des bielles d'accouplement aussi longues (2,820 m.). La chaudière est à foyer profond plongeant entre les essieux accouplés; elle ne comporte qu'un très petit dôme portant les soupapes à charge directe et contenant le régulateur.

Les conditions principales d'établissement sont les suivantes :

Surface de grille	1,86 m²
— de chauffe totale	117,23 —
Timbre	10,54 kg.
Nombre de tubes	236
Longueur utile des tubes	3,219 m.
Diamètre minimum extérieur du corps cylindrique	1,349 —
Diamètre des cylindres	0,457 —
Course des pistons	0,660 —

Diamètre des roues accouplées	2,133 —
Empattement	6,770 —
Poids total en ordre de marche.	46,74 t.
— adhérent —	31,14 —

Cette machine est attelée à un tender à six roues portant 11 400 lit. d'eau et pesant 33,52 t. en charge.

La même Compagnie possède un type de locomotive monté sur des roues de 1,80 m. seulement et destiné aux lignes plus accidentées et un autre plus récent, à roues de 1,72 m. également à cylindres intérieurs, destinées particulièrement au service des trains de voyageurs sur la ligne très accidentée dite du *West Highland.*

Highland Railway. — Cette Compagnie est, avec le *London and South Western Ry*, la seule de la Grande-Bretagne qui fasse d'une manière générale usage de locomotives express à cylindres extérieurs et en ait construit jusque dans ces dernières années. Les types adoptés représentent les modifications du même modèle successivement renforcé.

Les dernières locomotives, construites en 1896 pour ce réseau, sont à bogie comme les machines des séries précédentes et comportent une chaudière à foyer profond descendant entre les essieux accouplés. C'est une puissante locomotive destinée à effectuer un service assez rapide sur des lignes de profil très accidenté comportant entre autres des rampes de 15 mm. En été les trains sont très chargés. Les nécessités de ce service ont imposé un diamètre de roues modéré (1,92 m.) ; les cylindres ont un diamètre de 0,483 m. et une course de 0,610 m. Le diamètre moyen du corps cylindrique est de 1,368 m. ; le timbre est de 12,30 kg. La surface de chauffe s'élève à 121 m² et la surface de grille est de 1,90 m².

Les tiroirs, cylindriques, sont placés entre les longerons et commandés par des coulisses ordinaires.

Ces machines pèsent environ 50 t. en ordre de marche et sont accompagnées d'un tender à six roues, d'une contenance de 13,50 m³. pesant 36,90 t. en charge.

38. Machines à six roues accouplées. — Le service des marchandises, en Angleterre, est conduit, nous l'avons dit, suivant des principes différents de ceux qui sont en vigueur dans la plupart des autres pays. Les trains de marchandises sont relativement légers et rapides ; leur poids n'excède pas parfois 200 t. et leur vitesse moyenne de marche est souvent de 45 à 50 km. à l'heure. Nous ne parlons pas ici, bien entendu, des trains de messagerie et de denrée, tracés souvent à la vitesse des express, remorqués alors par des locomotives à quatre roues accouplées.

Ces trains de marchandises se divisent cependant en deux catégories, qui sur certains réseaux sont bien tranchées : les trains de marchandises ordinaires et les trains de houille ou de minerai (mineral traffic). Les premiers sont un peu plus rapides que les seconds; quelques Compagnies, le *London*

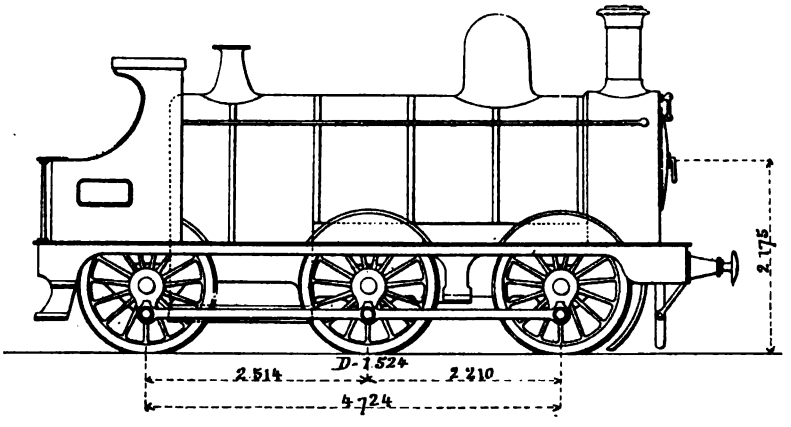


Fig. 117. — Locomotive à marchandises du *Great Western Railway.*

and North Western Ry par exemple, n'emploient pas les mêmes machines pour les deux genres de trains.

A l'exception de quelques locomotives récentes destinées au remorquage

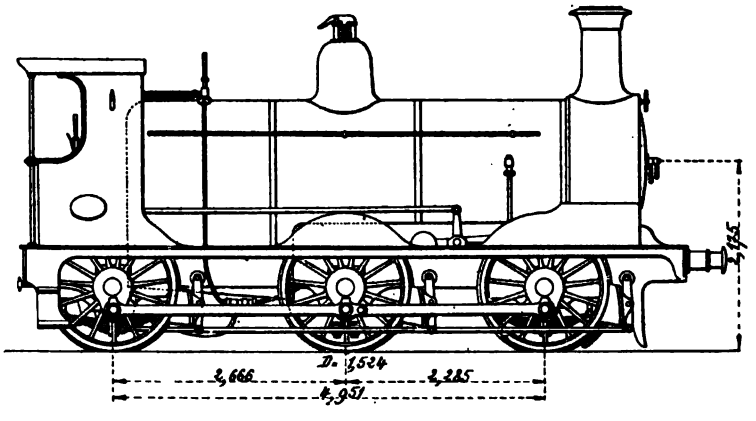


Fig. 118. — Locomotive à marchandises du *Caledonian Railway.*

des gros trains de houille de la Compagnie précitée, toutes les machines à marchandises usitées sur les réseaux de la Grande-Bretagne sont à six roues accouplées et à adhérence totale et ne présentent, d'un réseau à l'autre, que des différences minimes portant seulement sur les détails de construction. Elles sont souvent étudiées en vue de recevoir les mêmes chaudières et les mêmes organes du mécanisme que les locomotives à quatre roues accouplées des

mêmes Compagnies. Elles sont toujours à cylindres et mécanisme intérieurs ; on en trouve encore, en service, qui ont des châssis extérieurs, mais on n'en construit plus. Le foyer, profond, descend entre les deux essieux, l'essieu moteur, placé au centre et le dernier essieu.

Le diamètre des roues varie peu ; il est généralement compris entre

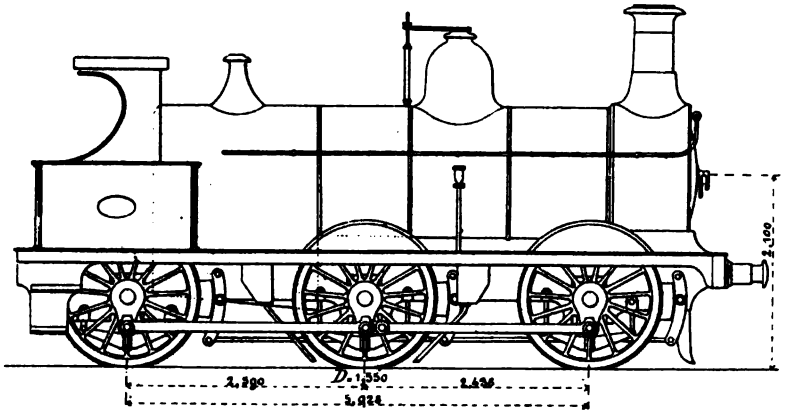


Fig. 119. — Locomotive à marchandises du *Midland Railway*.

1,480 m. et 1,550 m. Le diamètre des cylindres est ordinairement de 0,450 m. à 0,480 m. et la course des pistons de 0,660 m. Le poids total en charge de ces machines varie de 38 à 42 t.

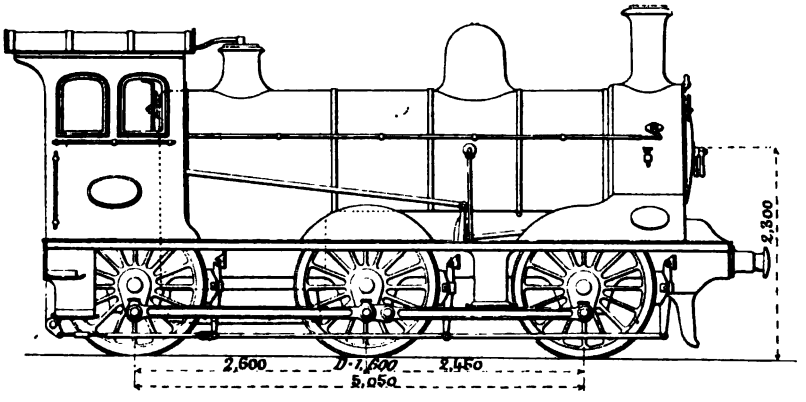


Fig. 120. — Locomotive à marchandises du *North Eastern Railway*.

Les locomotives de cette classe sont très stables grâce à l'absence des porte à faux, à l'écartement des essieux extrêmes et à la position des cylindres placés entre les longerons. Elles ont un empattement fixe un peu grand et ne se prêteraient pas facilement à la traction des trains sur les lignes très accidentées à courbes de petit rayon.

Ces locomotives présentent trop peu de variétés pour qu'il soit nécessaire

de décrire quelques-uns des types usités, d'autant plus qu'elles sont conformes dans leurs détails aux machines express, avec lesquelles elles ont en

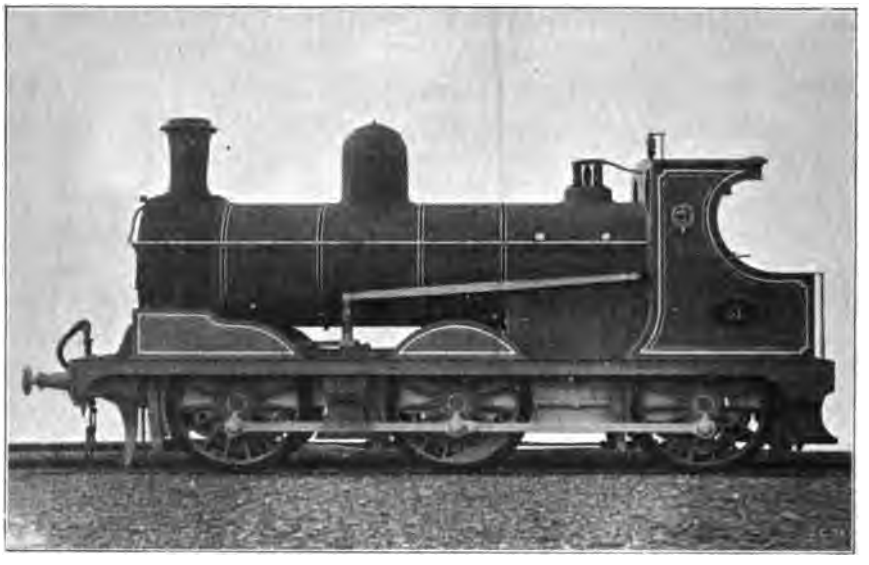


Fig. 121. — Locomotive à marchandises du *Lancashire and Yorkshire Railway.*

général un grand nombre d'organes interchangeables : souvent les cylindres, tout le mécanisme et même la chaudière.

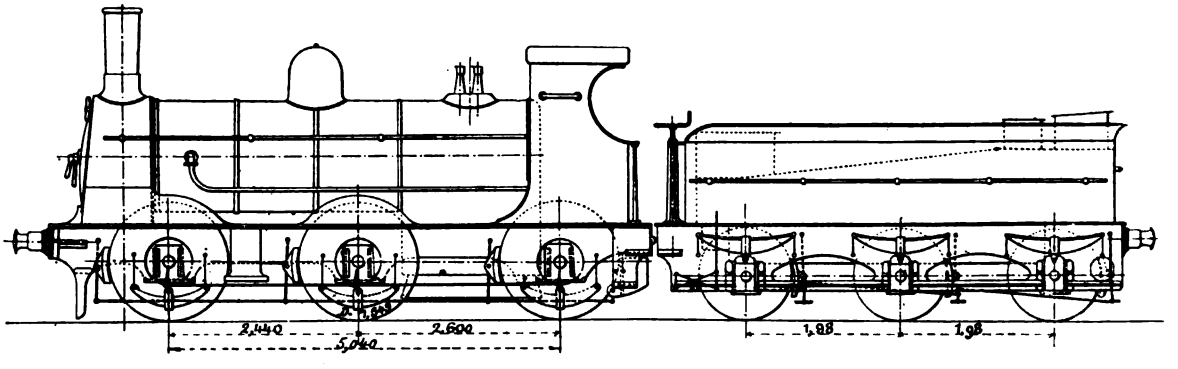


Fig. 122. — Locomotive à marchandises et tender, du *London and South Western Railway.*

Les généralités ci-dessus et les diagrammes annexés (fig. 117 à 122) sont suffisants pour donner une idée de ces machines.

Machines à adhérence partielle. — Les machines à six roues accouplées avec tender séparé, à adhérence partielle, encore fort peu répandues en Angleterre, y ont fait leur apparition il y a peu d'années. Les premières ont été des machines à marchandises du type Mogul construites vers 1880

pour le *Great Eastern Railway* par M. Bromley et qui, n'ayant pas donné grande satisfaction, ont été depuis démolies ou transformées.

En 1894, le *Highland Railway* mit en service quinze locomotives à six roues accouplées (*ten wheelers*) plus puissantes qu'aucun type circulant à cette époque sur les lignes du Royaume-Uni et destinées au remorquage des trains de marchandises accélérés sur la ligne de Perth à Inverness dont le profil est difficile et comporte entre autres une rampe de 15 mm. ayant 12 km. de longueur. Cette ligne étant à voie unique, on ne peut y fractionner ni y multiplier davantage les trains, et l'augmentation du trafic a nécessité la construction de locomotives plus puissantes.

Ces nouvelles machines sont à six roues accouplées sur l'arrière et comportent un bogie à l'avant. Les cylindres sont extérieurs, mais les boîtes à tiroirs sont situées entre les longerons ainsi que le mécanisme de distribution. Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière.

La chaudière, à foyer Crampton, timbrée à 12,30 kg. est entièrement en acier, à l'exception du foyer et des tubes qui sont en cuivre. Le corps cylindrique est composé de trois viroles télescopées ; il présente un diamètre moyen de 1,42 m. et une longueur inusitée en Angleterre (4,56 m.). La prise de vapeur se fait à l'intérieur d'un dôme de petites dimensions placé sur la virole milieu. La boîte à fumée est en saillie sur le corps cylindrique ; elle est surmontée d'une cheminée à enveloppe, de grand diamètre mais fort courte. La longueur intérieure du foyer est de 2,15 m. et la surface de grille de 2,10 m². Les tubes, au nombre de 211, ont 50 mm. de diamètre extérieur et 4,39 m. de longueur. La surface de chauffe totale est de 155,33 m².

Les cylindres, inclinés de 1/24, ont 0,510 m. de diamètre et 0,660 m. de course ; ils sont, de chaque côté, placés entre les roues du bogie. Les tiroirs sont disposés verticalement, à l'intérieur du châssis, et commandés directement par des coulisses de Stephenson à simple flasque, qu'actionnent des excentriques avec colliers en fonte garnis intérieurement d'une chemise en bronze. Le relevage s'opère au moyen d'un levier.

Le châssis intérieur se compose de longerons en tôle d'acier de 32 mm. d'épaisseur, solidement entretoisés. Les roues sont en acier moulé avec bandages en acier plus dur. Les roues accouplées ont 1,61 m. de diamètre et celles du bogie 0,980 m. L'empattement total est de 7,62 m., et l'empattement rigide de 4,04 m. Pour faciliter le passage en courbes, les roues motrices, placées entre les deux autres paires de roues accouplées, n'ont pas de boudins.

Régulateur à tringle de manœuvre et tuyaux intérieurs ; abri très complet fermé sur le côté, soupapes de sûreté à charge directe placées au-dessus du foyer ; sablières sur les longerons dans le prolongement des couvre-roues avant, avec dispositif Gresham à injection de vapeur.

Le tender est à six roues et peut contenir 12,30 m³ d'eau et 5 t. de combustible.

Le poids de cette machine est de 56 t. en charge dont 42 t. disponibles pour l'adhérence, le bogie ne portant que 14 t.

Fig. 123. — Locomotive à six roues accouplées et à bogie du *Great Western Railway*.
D'après une photographie de M. A. Moore.

Ces locomotives sont construites avec une extrême simplicité et tous les organes en sont des plus robustes, leurs constructeurs ont recherché plutôt la solidité et la facilité de la construction que la légèreté.

Elles atteignent facilement la vitesse de 90 km. à l'heure et passent sur des lignes comportant des courbes de 350 m. de rayon.

La Compagnie du *Great Western* a mis en service, en 1896, à titre d'essai, une machine à six roues accouplées et à bogie (fig. 123) qui présente quelques dispositions nouvelles en Angleterre où jusqu'ici les traditions classiques avaient été si bien observées. En ce qui concerne la disposition du châssis et du mécanisme, ces locomotives sont à peu près semblables à celles des types à marchandises antérieurs, à part l'addition du bogie. Les longerons sont extérieurs et les cylindres intérieurs. Mais la

chaudière, qui est très puissante, a reçu un foyer élargi passant au-dessus des longerons, des tubes à ailettes et une énorme boîte à fumée, faisant saillie sur le corps cylindrique et prolongée vers l'avant.

Les conditions principales d'établissement sont résumées ci-après :

Surface de grille	3,25 m²	
— de chauffe totale	210,88 —	compris les ailettes des tubes Serve.
— — directe	10,68 —	
Timbre	11.60 kg.	
Nombre de tubes (Serve)	150	
Diamètre des tubes	0,063 m.	
Diamètre des cylindres	0,508 —	
Course des pistons	0,610 —	
Diamètre des roues accouplées	1,372 —	
Poids en charge avec le tender	93,00 t.	

Ce type de machine est destiné au service des trains de houille traversant le tunnel de la Severn, sur une ligne accidentée, comportant entre autres une rampe de 11 mm. de 4 km. de longueur.

C'est la plus puissante locomotive actuellement en service en Angleterre.

39. Machines à huit roues accouplées. — Jusque vers 1891 il n'y avait pas une seule locomotive à huit roues accouplées sur les chemins de fer de la Grande-Bretagne. A l'époque que nous venons d'indiquer, la Compagnie du *London and North Western* dont la pratique diffère quelque peu de celle des autres administrations anglaises, en fit construire quelques-unes à cylindres intérieurs pour le remorquage des trains de houille dans la région du pays de Galles ; ces machines furent suivies de quelques autres semblables, mais auxquelles on appliqua le système compound à trois cylindres du type Webb (fig. 124).

Les quatre essieux, également espacés, sont montés sur des roues en fonte de 1,360 m. au contact, d'un modèle que la Compagnie a développé depuis quelques années pour ses machines à marchandises. Le foyer, bien qu'assez profond, se trouve placé au-dessus de l'essieu arrière et l'axe de la chaudière est à 2,40 m. au-dessus du rail. L'empattement est beaucoup plus grand que dans les machines françaises du même type : 5,46 m.

Le foyer est du type anglais ordinaire avec fermes en long supportées ; il est surmonté de soupapes du système Webb. Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 1,90 m² et 138,40 m². Timbre : 12,30 kg.

Le régulateur, à tuyaux intérieurs, se trouve placé dans un dôme de petites dimensions situé au milieu du corps cylindrique.

Les deux cylindres à haute pression (0,380 m.×0,610 m.) extérieurs, et le cylindre à basse pression (0,760 m. × 0,610 m.) intérieur, attaquent le second essieu et sont placés à l'avant, tous trois sur la même ligne, en porte à faux à l'avant.

Les boites à tiroir des petits cylindres sont intérieures ainsi que les coulisses qui sont du type Stephenson. Le tiroir du grand cylindre est placé sur le dessus et actionné au moyen d'un mouvement de renvoi commandé par un excentrique à toc comme dans toutes les dernières machines compound de M. Webb.

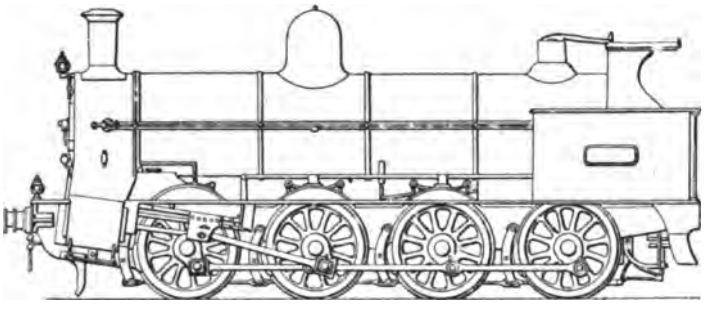


Fig. 124. — Locomotive compound à huit roues accouplées du *London and North Western Railway*.

L'essieu moteur porte en son centre un coude unique formé de bras et de tourillons rapportés à chaud.

Cette machine dont le poids total en charge est de 49,40 t., remorque sur la grande ligne, des trains de 700 t. à la vitesse moyenne de 30 km. à l'heure.

MACHINES-TENDERS

40. Les locomotives-tenders sont d'un usage plus général en Angleterre que dans tout autre pays, en raison surtout du développement prodigieux qu'y ont pris les services de banlieue, dans le voisinage des grandes villes, d'ailleurs si nombreuses. On en compte un certain nombre de types affectés au service des voyageurs ou des marchandises et des manutentions dans les gares. Nous répéterons à leur sujet ce que nous avons dit plus haut à propos de machines d'autres catégories ; elles sont souvent disposées et étudiées en vue de recevoir les mêmes chaudières et les mêmes organes du mécanisme que les locomotives à tender séparé, express ou à marchandises des mêmes réseaux.

Outre la fréquence des trains, ce qui distingue peut-être le plus le service des trains de banlieue tel qu'il est organisé sur les lignes anglaises, c'est le rapprochement des points d'arrêt et la rapidité avec laquelle les démarrages sont effectués. De ce dernier mode d'exploitation, il résulte que, malgré le poids modéré des trains, les machines, pourtant assez fortes en général, développent fréquemment toute la puissance dont elles sont susceptibles.

Sauf de rares exceptions, comme par exemple dans les moments de presse

et par suite d'insuffisance de matériel, toutes les Compagnies font le remorquage des trains de banlieue avec des machines-tenders que l'on ne tourne jamais. Il faut en excepter le *South Eastern*, dont le réseau de banlieue est extrêmement important et qui, possédant un stock important de vieilles machines à tender séparé, trop faibles pour le service d'express, les utilise sur la banlieue. On paraît, du reste, avoir tendance à augmenter le rôle des machines-tenders et à les affecter à des services qui, dans d'autres pays, ne seraient pas, pour la longueur du parcours, sinon pour le genre de trafic, classées parmi les lignes de banlieue. Sur le *London-Brighton*, des machines-tenders vont de Londres à Brighton (environ 80 km.). Le *London and South Western Railway* possède des machines-tenders à cinq essieux dont les caisses contiennent un peu plus de 7 000 lit. d'eau. Il est vrai qu'en état de service la charge sur l'essieu moteur atteint presque 18 t.

Du reste, les Compagnies effectuant presque toutes un service de banlieue important, on conçoit qu'elles aient été amenées à créer des modèles de machines-tenders. Certaines lignes même, comme le *Metropolitan*, le *Metropolitan District*, le *Tilbury Southend*, etc., ne possèdent pas de machines à tender séparé. On rencontre, en Angleterre, de nombreux types de machines-tenders où le diamètre des roues atteint et même dépasse 1,75 m. ; pour le service des voyageurs, la cote usuelle est de 1,65 m. environ.

En principe, les machines-tenders employées en Angleterre pour le service des voyageurs sont à quatre roues accouplées. Les machines-tenders à six roues accouplées sont classées parmi les machines à marchandises et ne sont attelées qu'exceptionnellement aux trains de voyageurs.

Dans la banlieue de Londres, il n'est pas une seule Compagnie qui emploie des machines-tenders à six roues accouplées pour le remorquage des trains de banlieue, si ce n'est le *London-Brighton*. Encore les locomotives de cette Compagnie, auxquelles nous faisons allusion, sont-elles de très petites dimensions : elles ne pèsent pas 30 t. en charge, et leur nombre est très limité.

La préférence dont les machines à quatre roues accouplées sont l'objet, provient surtout de ce que l'on admet couramment en Angleterre des charges de 16 à 18 t. par essieu et qu'un poids adhérent de 32 à 35 t. paraît suffisant pour le remorquage des trains de banlieue les plus lourds qu'on rencontre sur les lignes anglaises.

En outre, les machines à deux essieux accouplés, munies d'un essieu à boîte radiale ou d'un bogie, soit à l'avant, soit à l'arrière, peuvent, grâce à leur empattement fixe plus faible, passer facilement dans les courbes qui sont souvent de petit rayon sur les lignes de banlieue. D'ailleurs, la machine à quatre roues accouplées d'un diamètre de 1,60 m. à 1,75 m. se trouve dans de bonnes conditions pour remorquer des trains relativement rapides ; dans

l'esprit de l'ingénieur anglais elles se prêtent un peu mieux que les machines à six roues accouplées à un service accéléré.

Il est juste de dire que, dans bien des cas, particulièrement sur le *Metropolitan* dont une grande partie du parcours est en souterrain, où l'adhérence est défectueuse et où les vitesses sont faibles, on aurait un réel avantage à adopter les machines à six roues accouplées, si l'habitude et les traditions ne s'y étaient opposées.

Classification des machines. — Ces locomotives peuvent se rattacher à trois classes :

1° *Machines à deux essieux accouplés sur l'avant*, et placés sous le corps cylindrique, munies à l'arrière d'un essieu porteur ou d'un bogie. Elles sont toujours à cylindres intérieurs.

2° *Machines à deux essieux accouplés entre lesquels descend le foyer ;* elles comportent soit un essieu à boîtes radiales à chaque extrémité, soit simplement un bogie ou un essieu porteur à l'avant, soit un bogie à l'avant et un essieu porteur à l'arrière.

Dans le premier cas, elles sont toujours à cylindres intérieurs ; elles peuvent, dans le second, comporter des cylindres extérieurs.

3° *Machines à trois essieux accouplés*, le foyer plongeant entre les deux essieux arrière. Souvent, on ajoute, à l'arrière, un quatrième essieu porteur à boîtes radiales. Ces machines sont toujours à cylindres intérieurs.

On voit donc que, d'après la disposition d'ensemble et la position qu'occupe le foyer, les tubes des chaudières seront relativement courts et qu'il n'y aura jamais de porte-à-faux exagéré, grâce à l'empattement considérable et à la position des cylindres à l'intérieur des longerons, chaque fois qu'il n'y a pas de bogie à l'avant.

Dispositions d'ensemble. — Les longerons sont toujours intérieurs et, le plus souvent, les ressorts sont disposés sous les boîtes à graisse.

Les chaudières sont à tubes courts et à foyers profonds, elles sont placées assez haut, surtout si l'on considère le diamètre relativement faible des roues motrices. L'axe en est généralement de 2,20 ou 2,30 m. au-dessus des rails.

Les foyers ne sont pas très grands, mais ils sont profonds et destinés à fonctionner en couches épaisses avec un fort tirage et produisent beaucoup.

Les cheminées sont très courtes, car on a réduit le gabarit de certaines lignes, particulièrement sur le *Metropolitan* de Londres, à une hauteur maxima de 3,80 m., afin de diminuer autant que possible le prix des ouvrages d'art et des terrassements.

Les cylindres sont toujours horizontaux, sauf dans les machines à quatre roues accouplées sur l'avant où il faut éviter l'essieu directeur. On préfère les longerons intérieurs, lorsque les cylindres le sont aussi, parce que cela

permet de reculer ces derniers, de telle sorte qu'ils viennent aussi près que possible de l'essieu avant, ce qui diminue le porte à faux.

Les tiroirs sont placés verticalement, entre les cylindres, ou horizontalement, au-dessus; dans ce dernier cas ils sont mûs par l'intermédiaire d'un arbre de renvoi ou commandés directement par une distribution Joy.

Les caisses à eau, latérales, sont collées contre le corps cylindrique, pour réduire la largeur de la machine et permettre au mécanicien de se pencher au dehors sans sortir du gabarit, d'ailleurs plus étroit que chez nous. Les tabliers présentent rarement une largeur supérieure à 2,30 m. et les abris de 2,00 m. Les caisses s'arrêtent toujours immédiatement à l'avant des roues motrices afin de permettre l'accessibilité du mécanisme intérieur qui reste aussi abordable que dans une machine à tender séparé. Elles se prolongent vers l'arrière, suivant la largeur de la rampe, au delà de la façade postérieure du foyer, masquant ainsi les couvre-roues placés sur la plate-forme.

Les soutes à charbon sont, *sans exception*, placées à l'arrière de la plate-forme. C'est d'ailleurs une nécessité, imposée par la répartition dans les machines qui comportent un essieu à l'arrière du foyer. Cette disposition a l'avantage de présenter, par rapport aux soûtes latérales, une plus grande facilité pour la manœuvre du charbon et pour le chargement du foyer. En outre, lors du chargement du charbon, on ne salit pas la machine et la poussière du combustible gêne moins les agents du service, lorsque l'on marche cheminée en avant. D'ailleurs, ce dispositif permet d'augmenter la capacité des caisses à eau, sans les prolonger aussi loin vers l'avant, ce qui dégage le mécanisme. Dans beaucoup de machines munies à l'arrière d'un bogie ou d'un essieu porteur, la caisse à eau est divisée en trois fractions : deux latérales et une à l'arrière, cette dernière surmontée de la soute à combustible. Ces différentes caisses communiquent entre elles par des tuyaux.

La plate-forme est toujours recouverte d'un abri très complet avec écrans et lunettes symétriques sur les faces avant et arrière.

Dans les machines destinées à circuler sur les lignes où les parties en souterrain sont longues et fréquentes, on a recours à plusieurs dispositifs, ayant pour but de diriger la vapeur d'échappement à l'intérieur des caisses à eau, et que nous allons examiner. Sur le *Metropolitan*, où la majorité du parcours est en tunnel, on va plus loin encore et les machines portent un registre, manœuvré par le mécanicien, qui permet de fermer complètement la cheminée et d'éviter l'évacuation au dehors des produits de la combustion.

Le dispositif, le plus généralement adopté pour envoyer la vapeur dans les caisses à eau, consiste à bifurquer le tuyau d'échappement en deux parties qui se dirigent vers l'arrière de chaque côté, pénètrent dans les caisses à mi-hauteur environ et remontent jusque dans un petit dôme en fonte qui les surmonte. La vapeur redescend en lame sur la surface de l'eau et s'y condense.

Au *London and North Western*, M. Webb a adopté la disposition suivante. Le tuyau de dérivation de l'échappement aboutit dans un conduit en tôle, horizontal, qui surmonte les caisses. A ce dernier aboutissent un certain nombre de tuyaux verticaux qui plongent jusque vers le fond des caisses. Le jet de vapeur est ainsi mieux divisé et se condense plus vite qu'avec le système précédent. Toutefois, il se produit une légère augmentation de la contre-pression, lorsque les caisses sont pleines, mais dans une proportion négligeable en pratique.

Les tuyaux de dérivation viennent se brancher sur la colonne d'échappement, dans la boîte à fumée, un peu au-dessous de la tuyère et à peu près à la hauteur de l'axe de la chaudière. Ils sont commandés par des clapets, à la main du mécanicien et l'on peut ainsi passer instantanément de la marche ordinaire à la marche avec condensation. Quand les soûtes sont pleines et froides, la condensation s'opère en totalité, mais quand l'eau est basse et déjà échauffée, elle ne s'opère plus intégralement. Aussi a-t-on ménagé, dans toutes ces machines, des tuyaux de décharge qui évacuent au dehors l'excès de vapeur non condensée. En effet les dispositions que nous venons de décrire ont surtout pour but non pas d'empêcher que la vapeur se répande dans le tunnel, mais d'arrêter le tirage et l'écoulement des gaz de la combustion dans l'atmosphère.

On conçoit qu'il est difficile d'employer alors les injecteurs pour l'alimentation des chaudières, la température de l'eau dans les caisses s'élevant parfois au delà de 75°. Ces machines sont donc munies de pompes alimentaires. Au *London-Brighton*, ces pompes, aspirant continuellement, comportent des clapets de retour manœuvrables par le mécanicien qui règle, par leur intermédiaire, l'alimentation de la chaudière. Quand on n'alimente pas, l'eau refoulée par la pompe retombe en gerbe à la partie supérieure des caisses et aide à la rapidité de la condensation.

Sur le *Metropolitan* notamment, il n'est pas rare que plusieurs stations voisines soient placées dans un même tunnel; on doit donc compter, pour effectuer le démarrage et la traction, sur l'énergie emmagasinée dans la chaudière. On n'a nulle part cherché à augmenter le volume d'eau des chaudières au delà de ce qui est usuel pour les autres locomotives. Il semble que celui-ci soit toujours suffisant et, en réalité, les détresses sont fort rares. Il est vrai que les trains ne sont pas très lourds; mais, comme nous l'avons dit, les démarrages sont rapides. Les chaudières de ces machines contiennent rarement plus de 3 t. d'eau et la pression baisse notablement après un parcours en souterrain de quelques kilomètres, mais sans que le service en souffre. Les machines du *Metropolitan* possèdent un vaste foyer; dès qu'il se présente une discontinuité dans les souterrains, le mécanicien en profite pour revenir au fonctionnement normal et raviver son feu, ce qui lui permet

de fournir une course plus longue. Le charbon employé est d'ailleurs excellent et le feu s'éclaircit aux premiers coups d'échappement.

La description de quelques machines appartenant à différents types nous permettra d'abord de mieux fixer les idées des lecteurs sur les dispositions d'ensemble de ces machines.

Machines appartenant à la première catégorie. — Le type de machines-tenders le plus en faveur jusqu'à ces dernières années, et probablement celui que l'on rencontre le plus fréquemment, comporte deux essieux accouplés sur l'avant et logés sous le corps cylindrique; la partie postérieure est supportée par un bogie placé à l'arrière du foyer. Ces machines qui ont fait

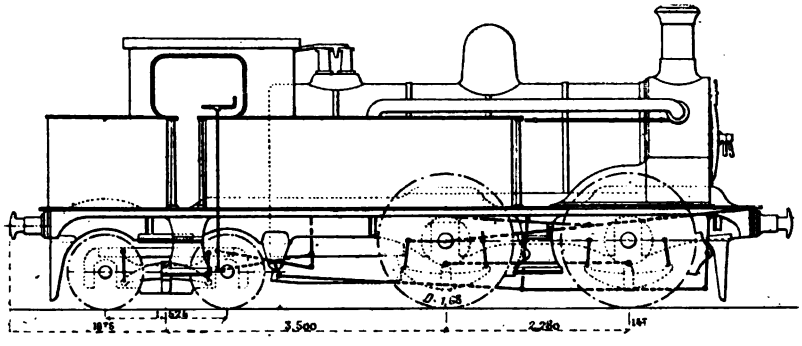


Fig. 125. — Locomotive-tender de banlieue du *London Chatham and Dover Railway.*

leur apparition vers 1874, sont directement issues des locomotives à essieu porteur à l'arrière, précédemment employées par plusieurs Compagnies, combinées avec le type américain de Forney. Le *London Chatham*, le *Midland*, le *Great Northern*, le *South Eastern* emploient ce modèle à l'exclusion de tout autre, pour la traction de leurs trains de banlieue. On le rencontre, concurremment avec d'autres types, sur le *Great Eastern*, le *North Eastern*, le *London and South-Western*, le *Metropolitan*, le *Lancashire and Yorkshire*, etc.

On trouvera (fig. 125) le schéma des machines du *London Chatham* construites en 1885 d'après les plans de M. Kirtley. L'empattement total est de 6,55 m. dont 2,28 m. seulement de base fixe. Les roues motrices ont 1,67 m. de diamètre et celles du bogie 0,815 m. Le bogie est un type à balanciers et à longerons intérieurs; il possède un jeu latéral contrôlé par des ressorts latéraux en spirale. Les ressorts des roues motrices sont placés sous les boîtes.

Les cylindres sont intérieurs et inclinés à cause de l'essieu avant, au-dessus duquel doivent passer les tiges du piston. Ils sont placés aussi près que possible de l'essieu avant accouplé, afin de diminuer le porte à faux.

La chaudière est du type anglais ordinaire, à foyer profond et tubes courts

(3,15 m.) avec boîte à fumée renflée, dôme au milieu du corps cylindrique, et soupapes Ramsbottom à l'arrière. Le diamètre moyen du corps cylindrique est de 1,29 m. extérieurement.

Le gabarit limite la hauteur de la cheminée à 3,80 m. au-dessus du rail, bien que l'axe du corps cylindrique soit à 2,14 m. et que la boîte à fumée soit de grand diamètre. La cheminée est donc fort courte, ce qui ne paraît nuire en rien au tirage.

Les caisses à eau sont disposées en partie latéralement, en partie derrière la plate-forme. A l'avant, elles s'arrêtent immédiatement en avant des roues motrices de manière à laisser le mécanisme accessible, comme dans une machine à tender séparé. Ces caisses, qui sont collées aussi près que possible du corps cylindrique, contiennent 4,950 l. d'eau. La soute à charbon est placée à l'arrière de la plate-forme au-dessus de la caisse à eau postérieure; elle peut recevoir 2 t. de charbon.

La plate-forme est recouverte par un abri très complet, à joues latérales, muni de lunettes rondes sur les faces avant et arrière.

Outre les chiffres déjà donnés, les dimensions principales de ces machines sont les suivantes :

Surface de chauffe directe	9,23	m²
— — tubulaire	90,37	—
— — totale	99,60	—
Surface de grille	1,51	—
Diamètre des cylindres	0,430	m.
Course des pistons	0,610	—
Timbre	10,54	kg.
Poids adhérent en charge	29,00	t.
Poids total en charge	47,50	—

La machine de *Great Northern*, due à M. P. Stirling, est représentée figure 126. Elle offre les mêmes dispositions d'ensemble que la précédente, mais elle est notablement plus puissante.

L'empattement total est de 6,86 m. avec seulement 2,20 m. de base fixe. Les roues ont le même diamètre que celles de la machine du *London Chatham*.

La chaudière possède des tubes de 3,17 m. et un foyer de 1,67 m. de longueur extérieure. Il n'y a aucun dôme, la prise de vapeur se faisant par un tuyau crépiné, placé à la partie supérieure du corps cylindrique, et le régulateur, à tringle de manœuvre intérieure, est placé dans la boîte à fumée. Les soupapes, à charge directe, sont placées au-dessus du foyer.

Les cylindres sont inclinés et de grand volume, ils ont un diamètre de 0,455 m. et une course de 0,660 m.

Les soutes à eau sont disposées latéralement; mais, comme elles ne sont pas complétées par une caisse à l'arrière, elles se prolongent un peu plus

loin vers l'avant que dans la machine précédente. Elles contiennent 4 500 l. d'eau. La soute à combustible, située à l'arrière, peut recevoir 3 t. de charbon.

Cette machine, très simple et robuste, pèse 53,45 t. en charge, dont 17,90 t. sur l'essieu moteur et 17,40 t. sur l'essieu accouplé.

Plutôt que d'accoupler une troisième paire de roues, on a préféré avoir

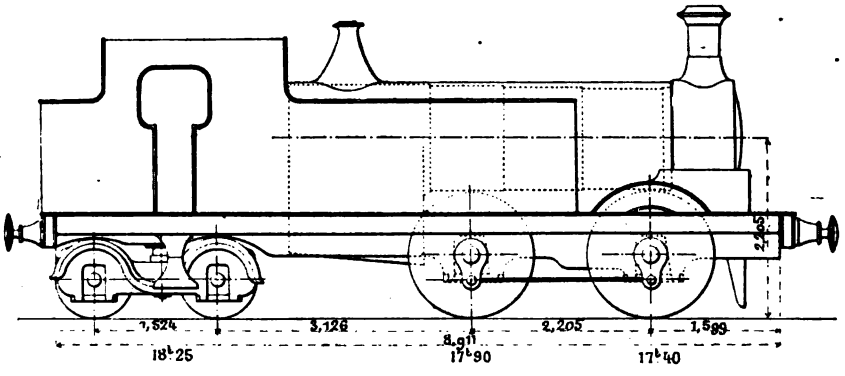


Fig. 126. — Locomotive-tender de banlieue du *Great Northern Railway*.

recours à des charges d'essieu excessives qui ne seraient pas admises ailleurs. Il est vrai que la machine, grâce à son faible empattement fixe, circule aisément dans des courbes de petit rayon.

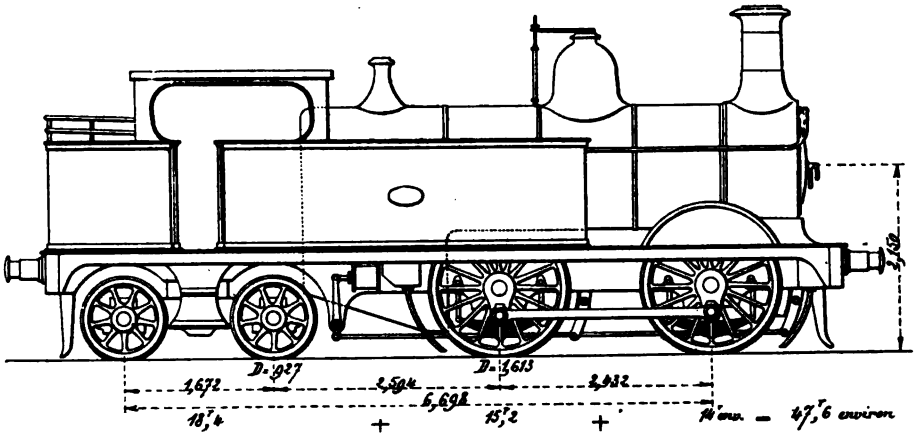


Fig. 127. — Locomotive-tender de banlieue du *Midland Railway*.

L'abri est formé par le prolongement des parois latérales des caisses; il est recouvert par une toiture arrondie en forme de berceau; il est très encaissé, et on a ménagé, à la partie supérieure, une petite porte en tôle que le mécanicien peut ouvrir pour aider le dégagement de l'air chaud, lorsqu'il est gêné par la chaleur.

Ces machines accomplissent un service assez chargé sur des lignes où l'on rencontre des rampes de 20 mm. L'échappement est très serré, le tirage

extrêmement violent et la production de la chaudière est poussée aux dernières limites.

On trouvera figure 127 une machine du même type étudiée par M. Johnson, ingénieur en chef du *Midland Railway*. Elle ne diffère des précédentes que par quelques modifications de détail. Comme toutes les locomotives du *Midland Ry*, elle est remarquablement proportionnée.

La compagnie du *Metropolitan* dont l'effectif se compose surtout de locomotives à roues accouplées sur l'arrière avec un bogie à l'avant, a fait construire dans ces dernières années des locomotives de la classe qui nous occupe pesant 52,90 t. avec 5,400 lit. d'eau dans les caisses et 2,60 t. de charbon. Les surfaces de grille et de chauffe ne sont respectivement que de 1,50 m² et 106,40 m². Les cylindres ont 0,432 × 0,660 m. et le diamètre des roues accouplées est de 1,676 m.

Comme exemple de très petites machines de cette catégorie, nous citerons celles du *Caledonian* qui font, dans des conditions très économiques, le service de la banlieue de Glasgow. Cylindres de 0,406 m. et 0,559 m. Diamètre des roues motrices 1,52 m. des roues du bogie 0,761 m. Surface de chauffe 63 m². Contenance des caisses à eau 3 730 lit. Poids en charge 37,8 t.

Les machines du *London Brighton* appartiennent au même type ; mais, comme dans les locomotives de type plus ancien, le bogie est remplacé par un essieu porteur disposé à l'arrière du foyer. Ces machines sont d'ailleurs légères, elles ne pèsent que 40 t. en ordre de marche.

Diamètre des cylindres	0,425	m.
Course des pistons	0,610	—
Diamètre des roues accouplées	1,670	—
— — porteuses	1,365	—
Empattement (fixe)	4,57	—
Surface de chauffe	96,35	m²
— de grille	1,42	—

Le dernier type étudié (1892) comporte un bogie à l'arrière ; il est plus puissant.

Ces machines prennent souvent à East Croydon la partie arrière des express montants et qui se dédoublent à cette gare, à destination de London Bridge ou de Victoria ; elles marchent alors parfois à des vitesses atteignant 90 km. à l'heure.

Machines appartenant à la seconde catégorie. — Comme nous l'avons dit, ces machines comportent deux essieux accouplés, entre lesquels plonge le foyer, des dispositions différentes étant adoptées pour les essieux porteurs.

Un type, qui jouit depuis quelque temps d'une grande faveur, et que l'on rencontre aussi bien sur les lignes aboutissant à Londres que sur celles du

Nord, c'est la machine dite « radiale ». Les deux essieux porteurs, munis de boîtes radiales contrôlées par des ressorts, sont disposés, l'un à l'avant immédiatement en arrière des cylindres, l'autre à l'extrême arrière sous la soute à combustible. Ces locomotives présentent une symétrie complète qui leur permet de circuler, dans les mêmes conditions, suivant les deux sens de la marche.

Nous citerons par exemple les machines du *London and North Western*

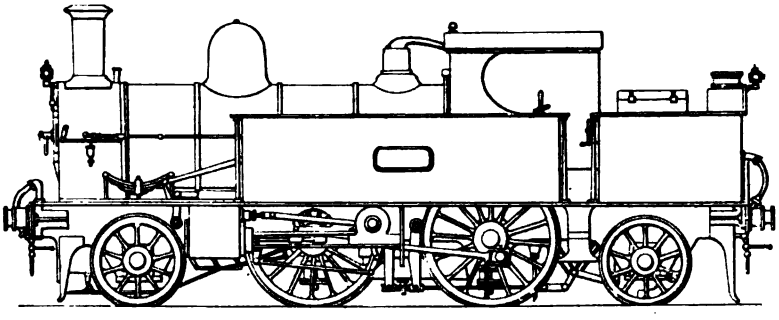


Fig. 128. — Locomotive-tender de banlieue, compound, du *London and North Western Railway*.

à quelques-unes desquelles M. Webb (fig. 128) a appliqué le mode compound à trois cylindres, suivant son dispositif bien connu. Ces principales dimensions de cette machine sont comme suit :

Surface de chauffe totale	97,00	m²
— de grille	1,30	— environ.
Longueur des tubes	3,180	m.
Longueur extérieure du foyer	1,447	—
Diamètre des cylindres H. P.	0,355	—
Diamètre des cylindres B. P	0,660	—
Course des pistons H. P.	0,457	—
Course des pistons B. P	0,610	—
Diamètre des roues accouplées	1,435	—
— — porteuses	0,998	—
Contenance des caisses à eau	7,000	m³ environ.
— des soutes à charbon	3	t. environ.
Poids en charge	51	tonnes.

L'empattement total est de 6,473 m., mais la base fixe ne dépasse pas 2,361 m. Les deux essieux extrêmes sont munis de boîtes radiales Webb, à glissières courbes avec rappel par des ressorts spirales placés sous l'essieu.

La surface de grille peut paraître faible, mais on marche en couches épaisses avec un fort tirage.

Comme l'échappement se fait éventuellement dans les caisses, on a disposé une pompe d'alimentation qui est mue par un excentrique calé sur l'essieu moteur arrière.

On trouve figures 129 et 130 les élévations des machines du même type du *Lancashire and Yorkshire* et du *Great Eastern.*

Quelquefois, comme au *Tilbury Southend,* au *South Western* et au *Taff Vale,* on préfère, dans ce type de machine, remplacer l'essieu avant par un

Fig. 129. — Locomotive de banlieue du *Lancashire and Yorkshire.*

bogie. On trouvera, figure 131, une machine de ce modèle à cylindres intérieurs, et figure 132 une locomotive à cylindres extérieurs. Cette dernière, due aux plans de M. Adams, est très lourde (57,70 t. en charge) ; l'essieu

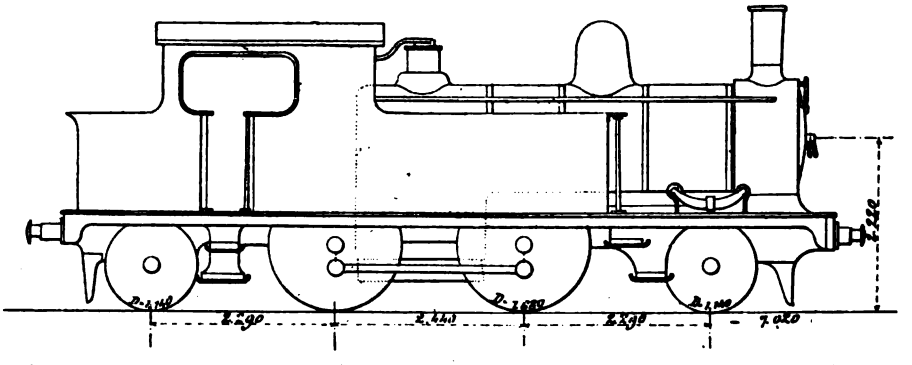


Fig. 130. — Locomotive-tender de banlieue ; type dit *radial,* du *Great Eastern Railway.*

moteur porte 17,40 t. La contenance des caisses est d'ailleurs de 7,000 t. Le diamètre des cylindres est de 0,460 m. et la course des pistons de 0,660 m.

Les longerons sont intérieurs et découpés pour le passage des roues du bogie qui n'ont que 0,760 m. de diamètre. Il existe un balancier de répartition entre les deux essieux accouplés.

Cette machine, très lourde à cause du grand approvisionnement d'eau et de combustible, est surtout employée, au *South Western*, pour les trains de grande banlieue. Pour les trajets plus courts, on lui préfère une machine,

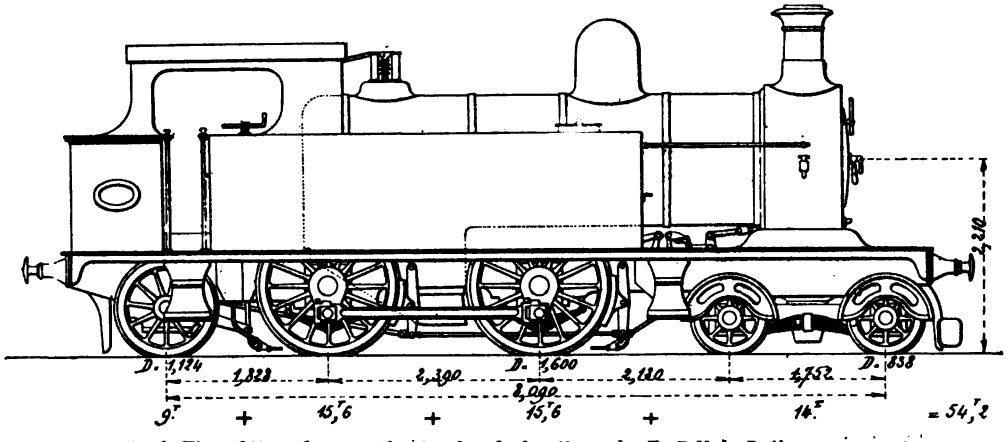


Fig. 131. — Locomotive-tender de banlieue du *Taff Vale Railway*.

de construction plus récente, à deux essieux accouplés sur l'avant et qui pèse environ 40 t.

Nous arrivons maintenant à une classe de machines dont deux Compagnies

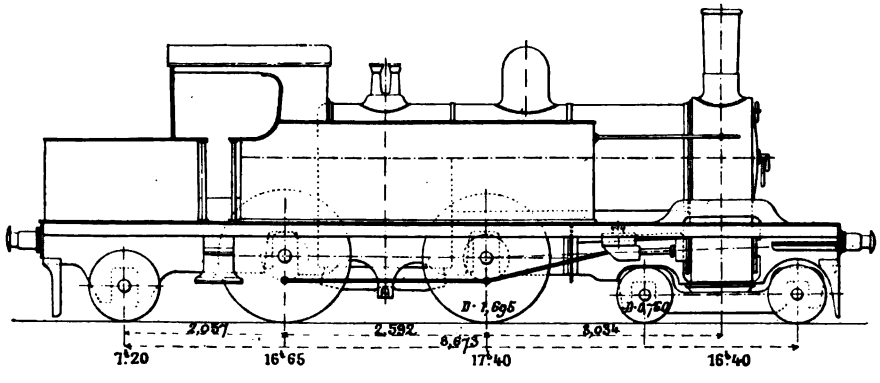


Fig. 132. — Locomotive-tender de banlieue du *London and South Western Railway*.

font un usage presque exclusif et qui se rattache à cette même catégorie. Nous voulons parler des machines à bogie du ***Metropolitan*** et du ***North London***, dont on trouvera, figures 133 et 134, un schéma d'ensemble. Ces deux types ne diffèrent d'ailleurs que par des dispositions de détail ou par leurs dimensions, il nous suffira de décrire sommairement celles du ***Metropolitan*** qui sont d'ailleurs bien connues et en service depuis longtemps.

Le foyer plonge entre les deux essieux accouplés, espacés de 2,654 m. d'axe en axe, chiffre d'ailleurs dépassé pour les express. Un tel écartement

est indispensable, bien que les cylindres soient extérieurs, par suite des dimensions de la boîte à feu qui mesure 2,00 m. de longueur. Les tubes ont 3,15 m. de longueur seulement, mais le corps cylindrique présente un diamètre moyen de 1,40 m. L'avant est supporté par un bissel à deux essieux.

La prise de vapeur se fait dans un dôme placé à l'extrême avant.

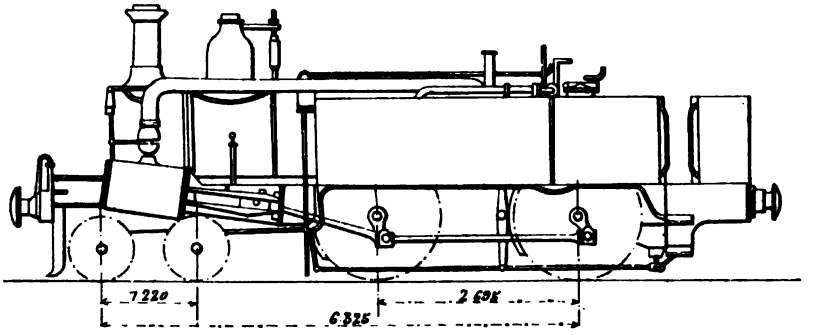


Fig. 133. — Locomotive-tender (type à cylindres extérieurs) du *Metropolitan Railway*.

Les cylindres, extérieurs et inclinés, présentent une course de 0,600 m. et un diamètre de 0,482 m. Les tiroirs, intérieurs, sont commandés par des coulisses de Stephenson.

Nous ne reviendrons pas sur les précautions adoptées pour le passage dans

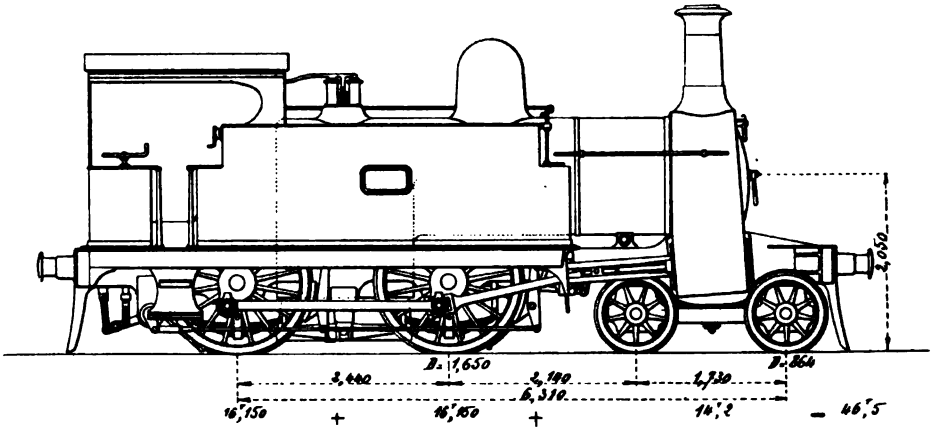


Fig. 134. — Locomotive-tender de banlieue du *North London Railway*.

les souterrains, et que nous avons mentionnées plus haut. L'alimentation est effectuée par des pompes alimentaires, disposition nécessitée, nous l'avons vu, par la haute température que peut atteindre l'eau contenue dans les caisses. Ces pompes sont commandées par des excentriques calés sur l'essieu moteur.

Les roues motrices ont un diamètre de 1,75 m. et les roues du bogie de

0,90 m. L'axe d'articulation de ce dernier est placé un peu en arrière de l'entretoise des longerons, formant par son prolongement un support de glissières.

Les caisses à eau s'arrêtent à l'avant des roues motrices et le tablier ne va pas plus loin, disposition qui ne présente pas d'inconvénients sérieux puisque les règlements du *Metropolitan* interdisent aux agents du service de quitter la plate-forme en cours de route.

La soute à charbon est placée en arrière de la plate-forme, il n'y a pas d'abri, la machine que nous décrivons circulant la plupart du temps dans des souterrains ou des parties couvertes.

La machine analogue, du *North London*, figure 134, présente un foyer moins grand, car, n'étant pas destinée à circuler comme la précédente dans des tunnels très rapprochés, elle ne fonctionne pas par intermittence. Cette machine qui pèse 46 t. en ordre de marche et dont le poids adhérent est de 32 t. également réparties sur les essieux accouplés, peut prendre 3,885 lit. d'eau et 1,250 kg. de charbon. Le bogie ne porte que 14 t. Surface de grille 1,60 m², surface de chauffe 98,35 m².

On trouve encore en service sur quelques lignes, au *Great Western* et au *North Western*, des machines de ce modèle, mais ne possédant qu'un seul essieu porteur disposé à l'avant. Les cylindres sont toujours intérieurs.

Dans la seconde de ces machines l'empattement est de 4,417 m. Les cylindres ont 0,432 m. × 0,620 m. et les roues motrices 1,31 m. Leur surface de chauffe est de 68 m². seulement et le poids à vide de 31,00 t. Les machines de ce type sont très répandues, mais on n'en construit plus.

Machines appartenant à la troisième catégorie. — Les seules machines de cette catégorie, ne comportant aucun essieu porteur, que nous ayons à considérer ici sont les petites locomotives du *London Brighton* créées par M. Stroudley pour effectuer la traction des trains sur certaines positions de la banlieue sud de Londres, à une époque (1872) où le trafic était très inférieur à ce qu'il est aujourd'hui. Néanmoins, ces machines sont encore en service courant et remorquent des trains que l'on pourrait souvent croire trop urds pour elles.

Bien que le foyer plonge entre les deux essieux moteur et accouplé arrière, l'empattement n'est que de 3,60 m. ; le diamètre des roues ne dépasse pas 1,202 m.

Les cylindres, tiroirs et longerons sont intérieurs, les caisses à eau, latérales, et la soute à charbon placée à l'arrière.

Une partie de la vapeur d'échappement peut, à l'aide de deux tuyaux spéciaux, se rendre dans les caisses à eau pour le réchauffage.

Ces très petites machines qui ne pèsent que 24,5 t. présentent une surface

de chauffe de 49 m² seulement; leurs cylindres ont 0,330 m. de diamètre et 0,500 m. de course. Elles remorquent couramment des trains de 8 à 12 voitures à trois essieux.

Nous arrivons maintenant à un type de machine représenté figure 135 et qui a été introduit, en 1885, par M. Worsdell, sur le *North Eastern*. C'est simplement une machine à six roues accouplées, du type anglais ordinaire, avec foyer plongeant entre l'essieu moteur et l'essieu accouplé, à laquelle on

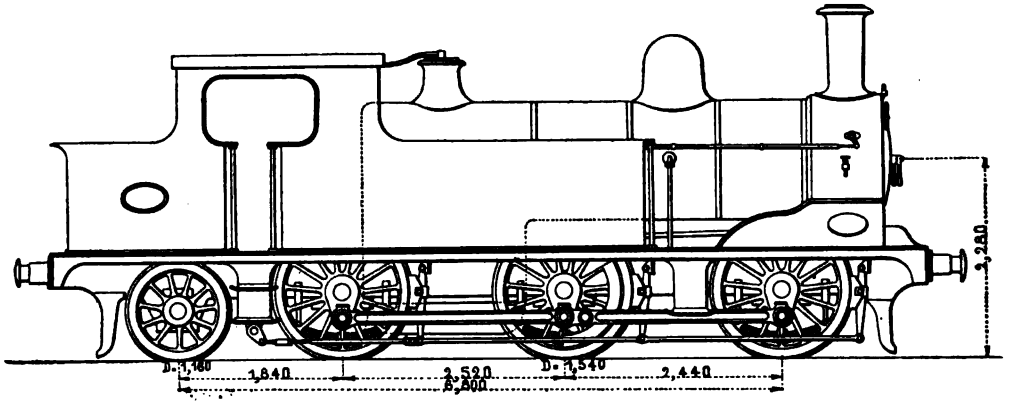


Fig. 135. — Locomotive-tender à marchandises du *North Eastern Railway*.

a ajouté un quatrième essieu muni de boîtes radiales et contrôlé par des ressorts; son addition a permis d'augmenter l'approvisionnement d'eau en formant, à l'arrière de la plate-forme, une troisième caisse à eau surmontée de la soute à combustible.

On trouvera, ci-dessous, les dimensions d'une machine de ce type récemment construite dans les ateliers Neilson, à Glasgow, pour le *Manchester Sheffield:*

Diamètre des cylindres	0,460 m.
Course des pistons	0,660 —
Diamètre des roues accouplées	1,550 —
— — porteuses	1,066 —
Empattement total	6,070 —
— fixe	4,250 —
Longueur du corps cylindrique	3,258 —
— des tubes	3,352 —
— extérieure de la boîte à feu	1,828 —
Nombre des tubes	233
Surface de chauffe totale	116,00 m²
— — directe	9,20 —
— de grille	1,72 —
Pression de régime	11,25 kg.
Approvisionnement d'eau	5850 lit.
Poids total en charge	59,70 t.

Poids sur l'essieu avant	15,20	t.
— — moteur	16,80	—
— — coupl- arrière	14,10	—
— — porteur arrière	13,60	—

Cette machine est construite avec une grande recherche en ce qui concerne la simplicité de la construction et la facilité des démontages ; elle est destinée à un service mixte de voyageurs et de marchandises.

Ici se borne cette nomenclature, un peu concise sans doute, mais en somme assez complète. Toutes les autres machines à six roues accouplées ne sont, à vraiment parler, que des locomotives à marchandises.

En résumé, les deux types actuellement le plus en faveur sont : la machine à quatre roues accouplées sur l'avant et à bogie arrière et la machine à quatre roues accouplées comprises entre deux essieux porteurs à boîtes radiales placés aux extrémités. C'est le dernier type qui prévaut actuellement chez nos voisins, hostiles en principe à l'adoption de la machine à six roues

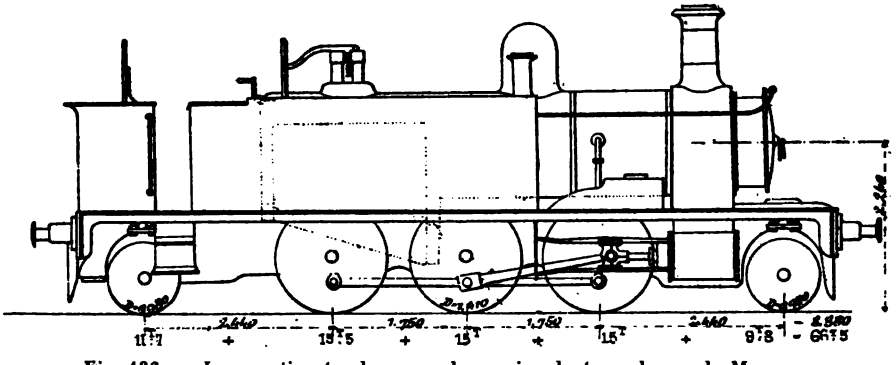


Fig. 136. — Locomotive-tender pour le service du tunnel sous la Mersey.

accouplées pour le remorquage des trains de voyageurs, même relativement lents, qui circulent sur les lignes de banlieue.

Au nombre des plus fortes locomotives-tenders à six roues accouplées construites récemment pour les lignes anglaises, nous citerons les machines destinées au service du tunnel sous la Mersey qui comporte des rampes d'accès de 37 mm. Les premières, construites vers 1887, étaient à cylindres intérieurs et à châssis extérieur et comportaient un bogie à l'arrière. Les nouvelles machines (fig. 136) sont à châssis intérieur et cylindres extérieurs. Les essieux accouplés, également espacés, sont placés, deux d'entre eux sous le corps cylindrique et l'autre sous le foyer, vers le milieu de sa longueur ; leur entraxe total (3,500 m.) constitue l'empattement fixe de la machine. Les deux paires de roues porteuses, à boîtes radiales, sont disposées respectivement à l'avant des cylindres et à l'arrière, sous la caisse à combustible, ce qui porte l'empattement total à 8,386 m.

Le corps cylindrique est composé de deux viroles assemblées à recouvrement ; la boîte à fumée est en saillie ; elle présente, à l'avant, un prolongement cylindrique, sur lequel est montée la porte ; ce dispositif a ici pour but de permettre l'installation d'un pare-étincelles de section suffisante. Le ciel du foyer, incliné vers l'arrière, est consolidé par des tirants.

Le dôme de prise de vapeur est monté à l'avant de la virole arrière ; il renferme le régulateur à tringle de manœuvre et à tuyaux intérieurs.

Les soupapes de sûreté, du type Ramsbottom, sont situées au-dessus du foyer.

Les cylindres sont extérieurs et horizontaux ; les boîtes à tiroir sont placées à l'intérieur, entre les longerons ; la distribution est effectuée par des coulisses de Stephenson fendues, avec relevage par en dessus.

Les roues sont en acier moulé. Les boîtes des essieux extrêmes sont du système radial, avec rappel par un fort ressort hélicoïdal parallèle à l'essieu.

Les ressorts des essieux accouplés sont situés sous les boîtes ; ceux des roues porteuses sont placés au-dessus. Pour assurer une élasticité suffisante dans une machine dont les deux essieux extrêmes présentent un tel écartement (8,386 m.), on a jugé nécessaire d'ajouter, pour ces derniers, au-dessus du ressort à lames, un ressort hélicoïdal, qui n'entre en jeu que sous l'action de chocs exceptionnels, par exemple au passage des changements de voie.

Les caisses à eau sont placées latéralement ; mais elles ne se prolongent pas, vers l'avant, au delà de la moitié du corps cylindrique, afin de ménager l'accessibilité des organes intérieurs du mécanisme. Les soutes à charbon sont situées à l'arrière de la plate-forme, en travers.

Afin d'éviter, dans les parties souterraines, que la vapeur d'échappement ne masque la vue des signaux, on peut, au moyen d'un tuyau spécial et d'une valve à la main du mécanicien, la diriger à l'intérieur des caisses à eau. Dans le cas où l'eau des caisses serait trop chaude pour permettre la condensation complète de la vapeur, le trop-plein de vapeur se dégage par une petite cheminée placée, de chaque côté, à l'avant des caisses à eau.

L'alimentation de la chaudière est assurée par deux injecteurs Gresham et Craven, placés verticalement sur la face arrière de la boîte à feu, et, en outre, par deux pompes, dont les plongeurs sont montés sur les crosses, ces pompes sont destinées à remplacer les injecteurs quand l'eau des caisses est à une trop haute température pour que ceux-ci puissent fonctionner avec certitude.

Ces machines sont munies de quatre sablières à vapeur, disposées par paire, à l'avant et à l'arrière du groupe de roues accouplées. Les boîtes à sable sont placées sur le tablier.

Comme ces locomotives sont appelées à fonctionner à l'intérieur de souterrains et de parties couvertes, elles ne comportent pas d'abri, mais simple-

ment deux écrans, l'un pour la marche en avant, l'autre pour la marche en arrière.

Elles ne sont jamais tournées, et effectuent, sur un parcours très restreint, un service de navette auquel leur symétrie les rend plus particulièrement aptes.

41. Possessions anglaises. — Les nombreux chemins de fer, soit à voie normale, soit à voie de 1,06 m. qui ont été établis dans la plupart des possessions de la Grande-Bretagne, sont exploités au moyen de locomotives dérivant des types usités dans la métropole. Dans certaines d'entre elles, comme aux Indes, les machines anglaises n'ont subi à peu près aucune

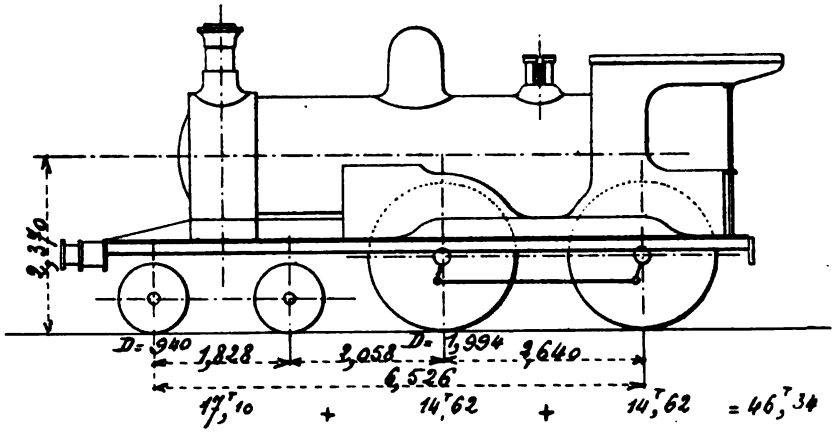


Fig. 137. — Locomotive à grande vitesse de l'*East Indian Railway*.

transformation importante; dans d'autres, comme au Cap, tout au moins récemment, elles ont été, par leurs dispositions d'ensemble ou de détail, appropriées plus spécialement au service colonial. On trouve sur ces réseaux des locomotives qui, tout en présentant le même mode général de construction que les machines usitées en Angleterre, offrent des dispositions rappelant les types américains. Ces derniers enfin, importés directement des États-Unis, se sont introduits dans quelques colonies, notamment aux New South Wales où leur bas prix, leur robusticité et leur excellente adaptation aux conditions d'exploitation qui s'imposent dans les pays neufs, les ont fait fort apprécier.

Sur l'*East Indian Railway*, le service des voyageurs est effectué par des locomotives à quatre roues accouplées et à cylindres intérieurs différant fort peu des types usités dans la métropole (fig. 137). La chaudière est du type Crampton à foyer profond présentant une surface de grille de 2,20 m² et une surface de chauffe de 116,30 m². Elle est timbrée à 11,25 kg. Les cylindres ont 0,457 m. de diamètre et 0,660 m. de course. Les roues motrices ont un

diamètre de 1,994 m. ; l'empattement fixe est de 2,640 m. et l'empattement total de 6,530 m. Le poids en ordre de marche est de 46,34 t.

Comme exemple des machines de la catégorie intermédiaire, nous devons citer les locomotives à six roues accouplées et à bogie des *Chemins de fer*

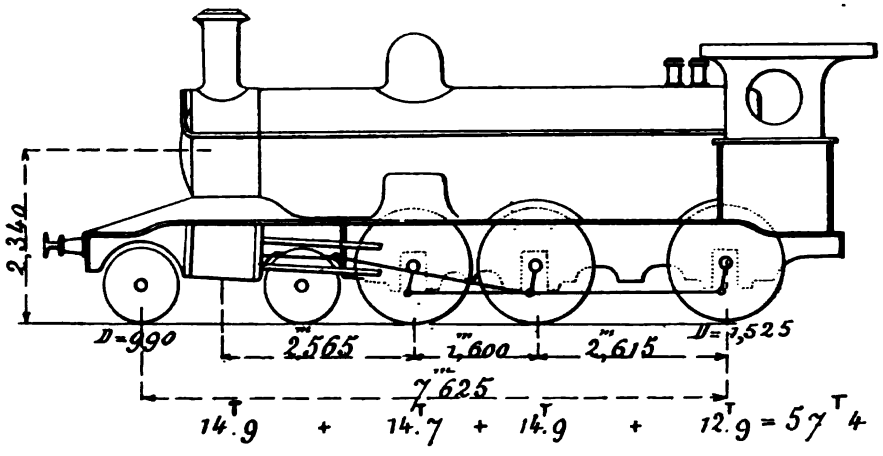


Fig. 138. — Locomotive mixte des *New South Wales Government Railways.*

de l'État des New South Wales (fig. 138). La chaudière est à foyer Belpaire passant au-dessus de l'essieu arrière ; les surfaces de chauffe et de grille sont respectivement de 178 m² et de 2,41 m². Le timbre est de 11,25 kg. Les cylindres ont 0,508 × 0,660. Le poids en charge est de 57,40 t.

Ces machines sont accompagnées d'un tender à six roues dont la contenance en eau s'élève à 13,800 lit. et pesant 32,40 kg. en ordre de marche.

BELGIQUE

42. Généralités sur les chemins de fer et sur les locomotives belges. — La ligne de Bruxelles à Malines (16 km.), ouverte en 1835, fut la première ligne exécutée pour la réalisation d'un plan d'ensemble élaboré en 1834, à la suite du vote, par les chambres belges, de la loi sur les chemins de fer. Ce plan, exécuté de 1836 à 1840, comprenait un certain nombre de lignes reliant Bruxelles aux principales villes du royaume : Mons, Gand, Bruges, Ostende, Anvers, Liège, Verviers, Charleroi et Namur. Ces lignes furent complétées par celles de Gand à Tournai, Mouscron et Lille, de Mons à Quiévrain et Valenciennes, qui relièrent le réseau belge au réseau français, et par celle de Verviers à Aix-la-Chapelle, qui le relièrent au réseau allemand. Construites et exploitées par l'État, elles atteignaient, à la fin de 1848, une longueur totale de 625 km. et furent complétées par des lignes de jonction concédées

à des Compagnies privées, telles que : Erquelines à Charleroi, Namur à Liège, Givet à Louvain, Anvers à la frontière hollandaise, Mons à Hautmont, Bruxelles à Namur, à Arlon et à Luxembourg. Le réseau belge, d'abord bien dessiné suivant les directions des grandes villes, perdit ce caractère par suite de la construction d'un certain nombre de lignes peu productives, qui, concédées vers 1866 à des groupes de spéculateurs, furent ensuite rétrocédées par ceux-ci à l'État belge.

Au point de vue du trafic des voyageurs, les principales directions sont toujours celles qui desservent les relations internationales; au point de vue du service des locomotives elles peuvent se diviser en trois groupes :

1° Lignes partant de Bruxelles et se dirigeant vers le Nord, l'Ouest et le Sud. Ces sections, établies le plus souvent dans des plaines, ont un profil facile. A l'origine, elles furent desservies par des machines à roues indépendantes que remplacèrent plus tard des machines à quatre roues accouplées, de puissance moyenne. Toutefois, le service très chargé et très accéléré de la ligne de Bruxelles à Ostende a nécessité la mise en service des machines type n° 12, appelées aussi express des lignes de niveau. Ces locomotives à huit roues, dont quatre accouplées, de 2,10 m. de diamètre, peuvent remorquer une charge de 150 t., à la vitesse de 90 km. à l'heure, sur des rampes de 0,005 m. par mètre, ayant au moins 5 km. de longueur.

2° Lignes partant de Bruxelles vers la frontière allemande; d'un profil assez facile jusqu'à Liège elles parcourent jusqu'à Verviers la vallée accidentée et sinueuse de la Vesdre; les déclivités atteignent 0,008 m. par mètre, avec de fréquentes courbes de faible rayon.

Les machines sont les mêmes que sur le premier groupe, mais elles remorquent des charges moindres. Dans ce groupe, se trouve le plan incliné de Liège (pente maxima de 0,030 m. par mètre), desservi autrefois par des machines fixes; les trains sont remorqués aujourd'hui, sur cette section, par des locomotives spéciales de renfort, qui utilisent l'ancien câble. On construit actuellement, en vue de ce service, de très puissantes machines Mallet, à deux groupes de trois essieux accouplés.

3° Ligne dite « du Luxembourg » : Bruxelles, Namur, Arlon et Luxembourg. Cette ligne présente un profil accidenté, avec des rampes de 0,016 m., dont quelques-unes ont de 15 à 32 km. de longueur. Elle dessert, par Metz, Strasbourg, Bâle et le Saint-Gothard, les relations entre l'Angleterre, la Suisse et l'Italie, *via* Douvres-Ostende. Malgré leur charge un peu élevée, les trains doivent être suffisamment rapides pour assurer les correspondances réglées sur les heures de la ligne française de Calais à Bâle, *via* Reims-Chaumont; ils sont connus en Belgique sous le nom de trains de la « Malle des Indes », bien que ce service n'ait été réellement fait, par la ligne d'Ostende à Bâle, que pendant quelques mois de 1870-1871.

C'est en vue de ce service qu'ont été créées les machines « type 6 », à trois essieux accouplés, avec essieu radial à l'avant; le programme imposé était de remorquer des trains de 110 t., à la vitesse de 60 km. à l'heure, sur des rampes de 0,016 m. par mètre. Ces machines s'étant montrées insuffisantes, l'administration de l'*Etat belge* a créé les machines du type 6 renforcé, qui permettent de réaliser une augmentation de puissance d'environ 30 p. 100, par rapport aux anciennes machines ; malgré cela, on devra continuer à avoir souvent recours à la double traction, à cause des surcharges fréquentes. Ces machines, dont le foyer est de dimensions exceptionnelles, sont desservies par trois agents, dont deux chauffeurs.

Le service des marchandises est assuré par des machines à six roues accouplées, de divers types.

Le trafic le plus intense a lieu sur les sections qui desservent les grands centres miniers et métallurgiques (Mons, Charleroi, Liège), et sur les lignes aboutissant au port d'Anvers.

Un type spécial de locomotive (n° 25), avec très grande grille, a été créé en 1884 ; d'abord affectées à la ligne du Luxembourg, ces machines assurent aujourd'hui la traction des trains de marchandises sur les sections à trafic intense mentionnées ci-dessus.

En dehors de ces types de machines affectés à des services généraux bien caractérisés, il en existe un certain nombre d'autres pour divers usages, notamment :

1° Machines-tenders de gare ;

2° Machines-tenders à huit roues accouplées et distribution Stevart, dites « des Plans », pour le plan incliné de Liège (type 20) ;

3° Machines-tenders à cinq essieux, dont trois accouplés avec roues de 1,70 m. de diamètre (type 4). Ces machines font le service des sections courtes où l'on désire ne pas tourner les machines à chaque extrémité ;

4° Machines-tenders de divers modèles pour trains-tramways, etc. ;

5° Voitures à vapeur.

Les types proprement dits du réseau de l'*Etat belge* sont à cylindres intérieurs et à châssis extérieurs, sauf pour les machines n°s 2, 4 et 5 mentionnées ci-dessus; il existe aussi un certain nombre de machines à cylindres extérieurs, provenant des Compagnies rachetées.

Sur les lignes appartenant à des Compagnies (*Flandres*, *Grand Central*, etc.), le service est fait principalement par des machines à cylindres extérieurs. Le type de machine-express, à roues porteuses en avant des cylindres, construit en 1864, pour le *Grand Central*, a servi de point de départ aux types de l'*Est* et du *Midi* français et, plus tard, à la machine compound construite pour les lignes de la direction de *Hanovre* par M. von Borries.

Les locomotives belges en général, celles des chemins de fer de l'*État* plus

spécialement, sont caractérisées par l'emploi de vastes foyers du type Belpaire, fréquemment placés au-dessus des roues qu'ils surplombent de chaque côté, et destinés à brûler en couche mince avec le minimum de fumée, des tout-venants et des combustibles menus. Sur ces vastes grilles dont la surface peut s'élever jusqu'à 6 m² on ne brûle guère au delà de 250 kg. de charbon par mètre carré et par heure; la surface de chauffe directe étant considérable et les tubes en général assez courts, la vaporisation s'élève jusqu'à 120 kg. par mètre carré de surface de chauffe et par heure.

Les plus récentes locomotives de l'*État belge* sont comparables comme puissance de vaporisation aux locomotives américaines. Les locomotives du type 12, au cours de leurs essais, ont produit 15 500 kg. de vapeur à l'heure bien que leur surface de chauffe totale ne soit que de 125 m².

Au point de vue du mode général de construction et de leurs armatures, les foyers Belpaire usités en Belgique ne diffèrent pas matériellement de ceux qui, dans la suite, se sont répandus sur les réseaux étrangers particulièrement en France, en Italie, aux États-Unis. Ils s'en écartent toutefois par leurs proportions, étant beaucoup plus larges et plus plats (les foyers Wootten employés aux États-Unis offrent seuls une largeur égale ou supérieure). La porte est formée par une ou même par deux larges ouvertures situées au ras de la grille ce qui facilite la conduite du feu et le décrassage sans inconvénient d'autre part en raison de la faible épaisseur du feu.

D'une manière générale, les types de locomotives réglementaires de l'*État belge* présentent, en outre des dispositions spéciales aux chaudières et que nous venons de signaler, les particularités suivantes :

Cylindres intérieurs avec tiroirs reportés sur le côté et inclinés (quelques locomotives anciennes ont les tiroirs disposés verticalement entre les cylindres), distribution Walschaërt; grosses têtes de bielles motrices à chapes ; bielles d'accouplement à têtes rondes non évidées châssis extérieurs avec, le plus souvent, un longeronnet médian parfois articulé sur l'avant; ressorts à lames fabriqués sans flèche initiale; soupapes de sûreté à charge directe du système Wilson; régulateur à tringle et tuyaux intérieurs placé dans un dôme que porte le corps cylindrique, le plus souvent sur l'avant. Abri très complet avec longues joues latérales. Dans quelques types récents les tabliers sont surélevés et on y accède, de l'intérieur de l'abri, qui offre toute la largeur que permet le gabarit par une porte pratiquée sur la face avant de chaque côté du foyer. Beaucoup de machines comportent des relevages à la vapeur, de différents types.

43. Description des principaux types de locomotives usités en Belgique. — Nous décrirons sommairement quelques-uns des principaux types de locomotives employés sur le réseau de l'*État belge*.

Locomotives à quatre roues accouplées des chemins de fer de l'État belge. — Les chemins de fer de l'État belge emploient, depuis l'année 1856 environ, des locomotives à quatre roues accouplées pour le service des trains de voyageurs et à grande vitesse. Sur la ligne de Liège notamment, on trouvait des machines à roues de 1,80 m. et à foyer profond plongeant entre les deux essieux accouplés.

C'est une des machines de cette catégorie, convenablement modifiée, qui servit aux premiers essais du foyer Belpaire et figura à l'Exposition de Londres en 1862. Le succès de cette transformation et l'augmentation croissante de la vitesse et du poids des trains amena en 1863 la création d'un nouveau type (type 1) (fig. 139) dans lequel le diamètre des roues se trouva porté à 2,00 m. Les cylindres avaient 0,430 m. × 0,560 m.; les surfaces de chauffe et de grille étaient respectivement de 100,64 m². et de 3,00 m².; le poids total en ordre de marche atteint 35,50 t. dont 26,40 t, de poids adhérent dans les dernières constructions. Ces machines, dont on trouve de nombreux spécimens sur le réseau de l'*État belge*, remorquent facilement en palier des trains de 150 t. à la vitesse de 75 km. Beaucoup d'express de ce réseau dépassant ce poids et cette vitesse, on reconnut nécessaire, en 1884, d'étudier un type plus puissant conservant dans ses grandes lignes, les caractères de la machine précédente[1].

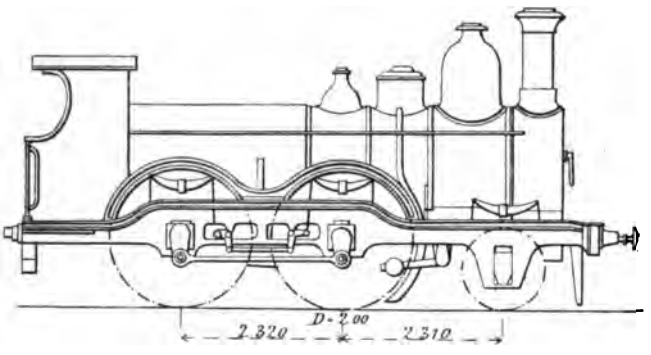


Fig. 139. — Ancienne locomotive à grande vitesse (type 1) de l'*État belge*.

La disposition générale du foyer est la même, toutefois sa longueur a été augmentée; on a conservé l'emploi des longerons extérieurs qui permet de donner plus de largeur au foyer; un longeronnet central comme dans toutes les locomotives de la même administration, maintient en son milieu l'essieu moteur.

Les cylindres sont intérieurs et horizontaux; la distribution est du type Walschaërt avec appareil de changement de marche à vapeur.

En 1888, ce type fut légèrement modifié et renforcé afin de se prêter au service des express sur des lignes un peu plus accidentées; un spécimen du nouveau type (fig. 140) figurait à l'Exposition de 1889[2]. Le diamètre des roues

[1] *Les Locomotives à l'Exposition d'Anvers*, par M. J. Morandière; *Revue Générale des Chemins de fer*; mai et juin 1886.

[2] *Revue Générale*, mai 1890.

a été diminué et le volume des cylindres s'est trouvé accru, le timbre restant le même.

		Type 1885	Type 1889
Diamètre	des cylindres.	0,435 m.	0,460 m.
	des roues motrices	2,000 —	1,800 —

La chaudière et ses accessoires sont conformes au type primitif ; le régulateur est placé dans la boîte à fumée, contre la plaque tubulaire ; il reçoit la vapeur du dôme monté sur la virole centrale.

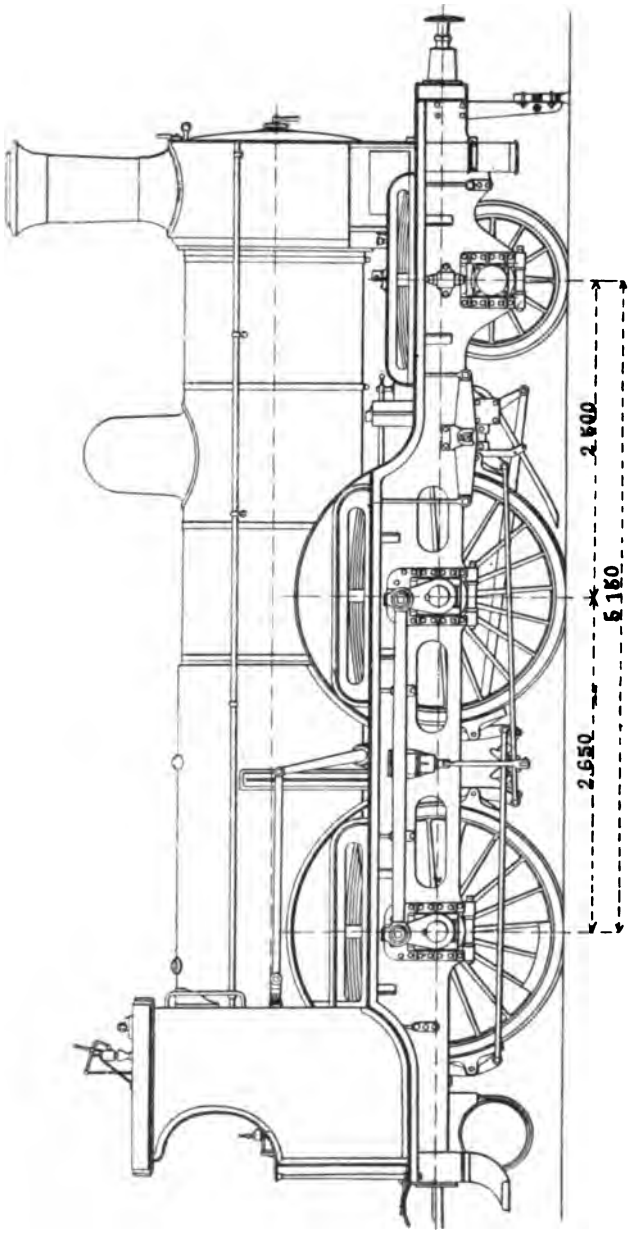


Fig. 140. — Locomotive à grande vitesse (type 1) de l'*État belge*.

L'échappement, du système Boty, est variable ; la tuyère est annulaire.

Les têtes de tiges de pistons sont guidées par deux doubles glissières placées en dessous de leur axe ; cette disposition a permis l'emploi de têtes de bielles à œil sans chape. Les tiroirs sont du type Trick, à canal à double admission ; les boîtes des tiroirs sont pourvues de deux couvercles : l'un de petites dimensions, à l'avant, utilisé pour les visites courantes ; l'autre, sur le côté, qui ne sert que pour les réparations.

Le mécanisme de distribution présente quelques particularités : le point d'attache de la bielle de relevage est reporté sur le coulisseau, au-dessus de l'articulation de la barre commandant le tiroir, afin d'atténuer le glissement du coulisseau. Le levier d'avance s'articule dans la crossette

guide de la tige du tiroir, laquelle porte des joues pour protéger l'articulation.

Le changement de marche est commandé par l'appareil « Stirling » ; les deux cylindres sont disposés horizontalement dans la cabine, sur le couvre-roue de droite.

Le châssis est composé de deux longerons extérieurs et d'un longeron central partant du massif des cylindres, et relié à l'avant du foyer au moyen d'une tôle d'acier emboutie, de 10 mm. d'épaisseur, qui assure une certaine souplesse.

Les boîtes à huile de l'essieu d'avant comportent un déplacement latéral par plans inclinés.

Les ressorts, de forme renversée, sont réglés, mais par les tiges de pression filetées à droite, tandis que la vis de réglage l'est à droite et à gauche ; un contre-écrou à filet à gauche empêche le déplacement de la vis de réglage. Cette disposition a été imaginée par M. Belpaire. Les ressorts extérieurs de l'essieu moteur sont reliés par un balancier avec ceux de l'essieu d'avant. Les boîtes sont en bronze phosphoreux, sans coussinets rapportés.

Les injecteurs, du type non-aspirant, sont placés verticalement sous la plate-forme ; les tuyaux de refoulement aboutissent à une boîte commune fixée sur l'arrière de la boîte à feu et portant les clapets de retenue et les deux robinets ; un tuyau intérieur conduit l'eau jusqu'au milieu de la chaudière.

Toute la robinetterie est groupée à l'intérieur de l'abri. Celui-ci est fermé sur les côtés ; des sabliers sont adaptés intérieurement contre les longerons, à l'avant de l'essieu moteur.

Les conditions principales d'établissement sont les suivantes :

Surface de grille	3,40	m²
— de chauffe totale	110,00	—
Timbre	9,00	kg.
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,30	m.
Nombre de tubes	225	
Longueur utile des tubes	3,200	m.
Diamètre des cylindres	0,460	—
Course des pistons	0,610	—
Diamètre des roues accouplées	1,80	—
Poids total en service	42,00	t.

En 1888, les chemins de fer de l'*Etat belge* créèrent un autre type, dénommé *type 12* ou express pour *lignes de niveau*, représenté figures 141 et 142 ; et construit pour répondre au programme ci-dessous.

« Remorquer une charge de 150 t., à la vitesse de 90 km. à l'heure, en rampe de 5 mm., sur une longueur minimum de 5 km., sans abaissement du niveau d'eau ou de la pression dans la chaudière ; soit environ un effort de traction de 3,800 kg. »

L'admission de la vapeur ne devait pas dépasser 50 p. 100.

La vitesse obtenue aux essais, dans ces conditions, a été de 93 km.

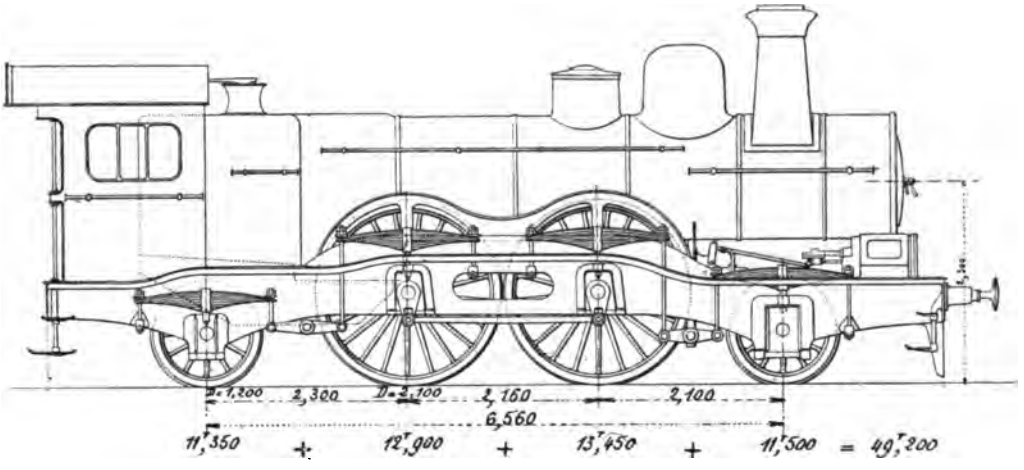


Fig. 141. — Locomotive à grande vitesse (type 12) de l'*État belge*.

La partie du foyer placée à l'arrière des roues accouplées est élargie et passe au-dessus des roues porteuses. Le corps cylindrique, qui a 3,80 m. de

Fig. 142. — Locomotive à grande vitesse pour lignes de niveau de l'*État belge* (type 12).
D'après une photographie de M. A. Moore.

longueur, ne comporte que deux viroles réunies par des couvre-joints ; le dôme est placé à l'avant et le régulateur est à double tiroir.

Les tubes sont en fer ; les soupapes, à charge directe, sont placées sur le foyer dans une enveloppe commune. La boîte à fumée, de vastes dimensions, se prolonge à l'avant suivant la pratique américaine.

Les cylindres sont en porte à faux à l'avant ; la disposition des boîtes de tiroirs est la même que pour la locomotive précédente. Le mécanisme de distribution porte les dispositions spéciales précédemment décrites ; le changement de marche est commandé par un levier et un secteur denté combinés avec un cylindre à vapeur auxiliaire.

Les longerons sont à l'extérieur, mais il n'existe pas de longeron médian ; la machine repose sur huit roues ; les roues motrices et accouplées sont encadrées par les roues indépendantes placées sous le foyer et sous la boîte à fumée. L'essieu d'avant est pourvu de boîtes radiales Ed. Roy.

La suspension comporte huit ressorts renversés de 1,500 m. de longueur de lames ; ceux des roues motrices et accouplées sont reliés par des balanciers avec ceux des roues extrêmes ; les deux balanciers d'avant sont eux-mêmes articulés sur un balancier transversal, disposition qui réalise la suspension théorique sur trois points à l'état statique.

L'installation des injecteurs et de la robinetterie rappelle celle de la machine précédente. Le sablier, monté sur le corps cylindrique, porte le dispositif à vapeur Gresham-Craven. La cabine est complètement fermée sur les côtés et est pourvue de châssis vitrés sur trois faces.

Les principales conditions d'établissement sont les suivantes :

Surface de grille	4,71 m²
— de chauffe totale	124,67 —
Timbre	10,00 kg.
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,300 m.
Diamètre des cylindres	0,500 —
Course des pistons	0,600 —
Diamètre des roues accouplées	2,100 —
Poids total en service	49,20 t.
— adhérent en service	26,100 —

Cette locomotive est accompagnée par un tender à six roues, d'une contenance de 14,00 m³, pesant 15,74 t. à vide et environ 32 t. en ordre de marche également réparties sur les trois essieux. Ce type de tender s'attelle aussi à d'autres types de machines, par exemple celles des types 6 et 25.

Locomotives à grande vitesse et à six roues accouplées des Chemins de fer de l'Etat belge. — Cette administration compte à son effectif un type très intéressant et très puissant de locomotive à six roues accouplées de 1,70 m. (*type 6*) comportant un essieu porteur à l'avant et destiné au service des trains express sur les lignes à profil accidenté, particulièrement sur la ligne de Bruxelles à Arlon, qui présente une série de pentes et de rampes, dont notamment une de 15 km. et une de 32 km. de longueur, avec des courbes de moyen rayon. La charge normale des trains est de 110 t. environ, et la vitesse moyenne de 60 km. en rampe de 16 mm.

Une première machine construite dans ce but figurait à l'Exposition d'Anvers en 1885 ; mais le type ne fut arrêté que deux ans plus tard. On peut le considérer comme le développement d'un modèle antérieur, monté sur des

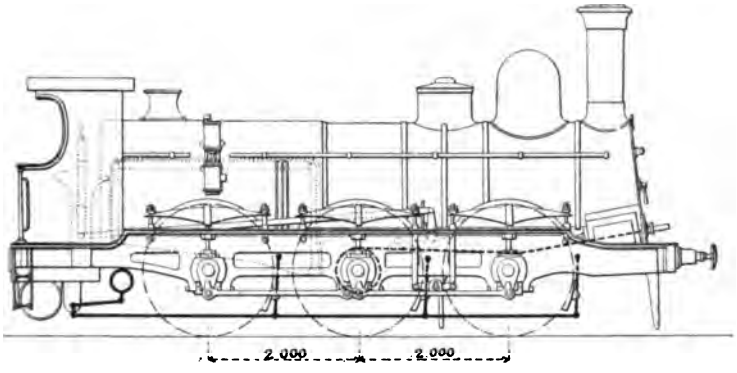


Fig. 143. — Locomotive mixte de l'*Etat belge*.

roues de même diamètre (1,70 m.) (voir fig. 143) et pesant 39,50 t. en ordre de marche. Il remorque des trains à la vitesse de 55 km. à l'heure.

Dans la machine du type 6 (fig. 144), le foyer a une longueur de 2,95 m.,

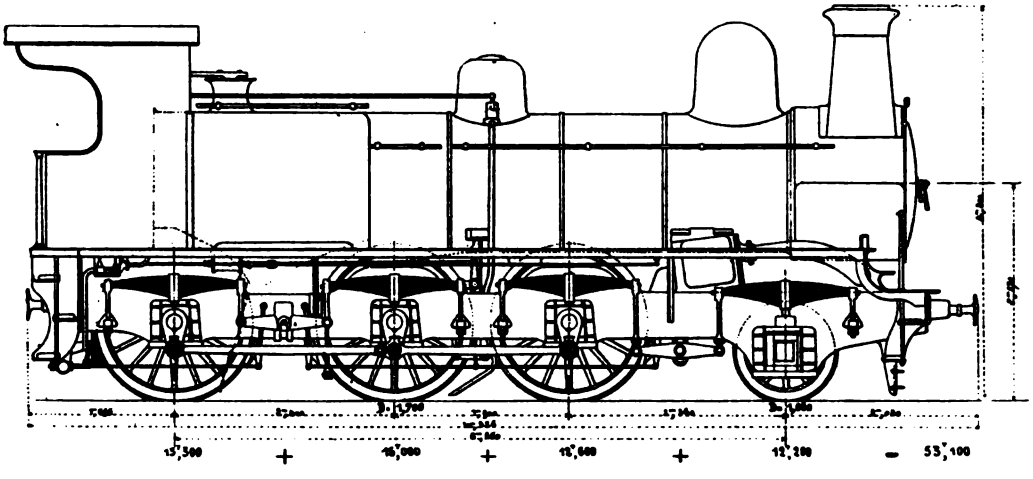


Fig. 144. — Locomotive pour trains rapides et lourds (type 6) de l'*État belge*.

en tenant compte de la chambre de combustion ; il déborde au-dessus des roues, et sa grande largeur a conduit à le pourvoir de deux doubles portes de chargement. Par contre, sa hauteur n'excède pas 0,900 m.

La construction du corps cylindrique, timbré à 10 kg., et de la boîte à fumée est imitée des machines des lignes de niveau ; toutefois, la boîte à fumée n'est pas prolongée sur l'avant.

La prise de vapeur se fait dans le dôme installé à l'avant ; un seul tuyau

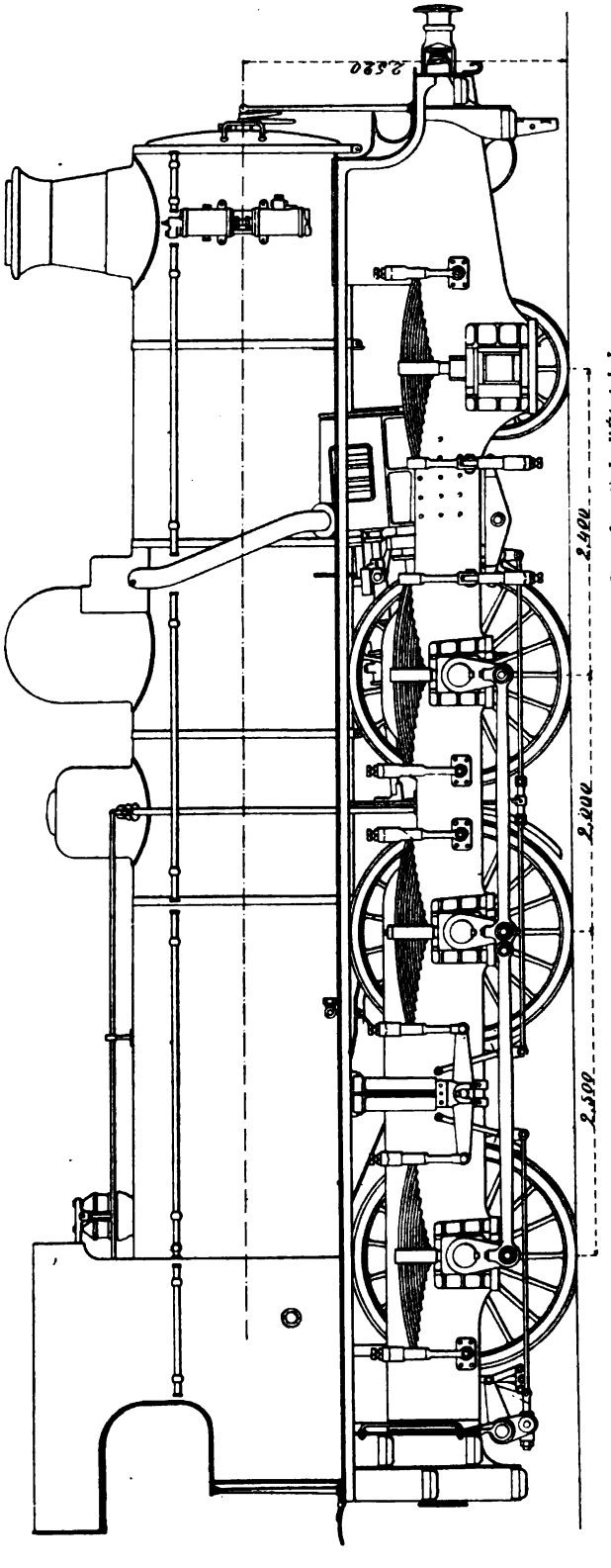


Fig. 145. — Locomotive à voyageurs pour fortes rampes (type 6 renforcé) de l'*État belge*.

conduit la vapeur aux cylindres, en contournant extérieurement la chaudière du côté gauche ; le régulateur est manœuvré par une tringle intérieure. Le corps cylindrique, qui a un diamètre moyen de 1,40 m. et une longueur de 4 m., est en tôle de 0,014 m. d'épaisseur. La hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du niveau des rails est de 2,370 m.

Les tubes, au nombre de 236, ont 4,050 m. de longueur utile et 0,050 m. de diamètre extérieur. La surface de chauffe totale est de 146,22 m² dont 15 m² de surface directe. La cheminée, carrée, a une section de 1,300 × 0,768 à l'embase.

Les cylindres, de 0,500 m. de diamètre, sont logés entre l'essieu porteur et le premier essieu accouplé ; ils sont inclinés sur l'horizontale. Les tiroirs et le mécanisme de la distribution présentent les dispositions déjà mentionnées. La course des pistons est de 0,600 m. et l'écartement des cylindres d'axe en axe de 0,570 m.

L'appareil de changement de marche est mû

par la vapeur; ses cylindres sont placés horizontalement sous le tablier. Il existe, en outre, un levier et un secteur denté.

Le châssis est formé de deux longerons principaux et d'un troisième longeron intermédiaire, qui fait bielle ; il est articulé avec le massif des cylindres. Les roues motrices ont 1,70 m. de diamètre.

Comme pour la locomotive express à quatre essieux, la suspension sur trois points est réalisée par l'articulation des huits ressorts au moyen de quatre balanciers longitudinaux et d'un balancier transversal.

L'essieu porteur est pourvu de boîtes radiales Ed. Roy, disposées pour permettre à l'essieu de prendre une certaine obliquité dans le plan vertical, sans forcer les guides des boîtes.

Les appareils d'alimentation et autres accessoires de la chaudière sont groupés comme il a été dit plus haut. L'installation de l'abri diffère complètement du type de 1885 : le mécanicien, qui était isolé dans sa cabine placée sur le côté droit de la machine, a été ramené avec le chauffeur sur la plateforme d'arrière, selon la pratique courante.

Un tender de 14 m³ est destiné à accompagner cette puissante locomotive qui pèse 52,50 t. en ordre de marche dont 40,30 t. utilisées pour l'adhérence.

Tout récemment, ce type a été renforcé notablement (fig. 145) comme nous le signalions dans les généralités qui précèdent. Le diamètre des cylindres a été porté de 0,500 m. à 0,510 m. et la course des pistons de 0,600 m. à 0,650 m. Le poids en ordre de marche est passé de 52,50 t. à 62,05 t.

Nous donnons ci-dessous les conditions principales d'établissement de ces deux types.

	Type 6	Type 6 renforcé.
Surface de grille.	6,70 m²	6,80 m²
— de chauffe.	155,00 —	159,64 —
Timbre.	10,00 kg.	12,00 kg.
Nombre de tubes	240	164
Diamètre moyen du corps cylindrique. .	1,400 m.	1,500 m.
Hauteur de l'axe au-dessus des rails. . .	2,370 —	2,530 —
Diamètre des cylindres.	0,500 —	0,510 —
Course des pistons.	0,600 —	0,650 —
Diamètre des roues accouplées	1,700 —	1,700 —
Ecartement des essieux extrêmes. . . .	6,650 —	6,650 —
Poids total en ordre de marche.	52,500 t.	62,05 t.
— adhérent —	40,30 —	50,50 —

Un autre type, dénommé *type* 16, offre la plus grande ressemblance avec le *type* 6 *renforcé*, la principale différence consistant dans le diamètre des cylindres qui est de 0,530 m. et dans l'empattement total, un peu plus grand (6,965 m.). Le poids et les surfaces de grille et de chauffe sont les mêmes.

Dans les deux nouveaux types comme dans les récents spécimens du type

ci-dessous, on a renoncé à l'emploi de la cheminée rectangulaire remplacée par une cheminée de section circulaire et de très grand diamètre.

Locomotives à marchandises et à six roues accouplées de l'État belge. — Cette administration possède un assez grand nombre de locomotives à roues

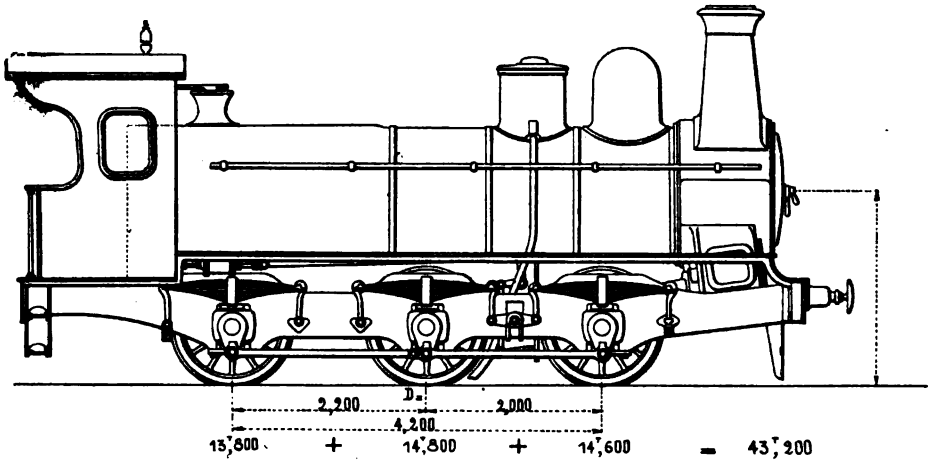


Fig. 146. — Locomotive à marchandises (type 25) de l'*État belge*.

de 1,30 m. (*type* 29), de construction déjà un peu ancienne pesant 34,80 t. en ordre de marche et qui ne diffèrent pas, sous d'autres rapports, des loco-

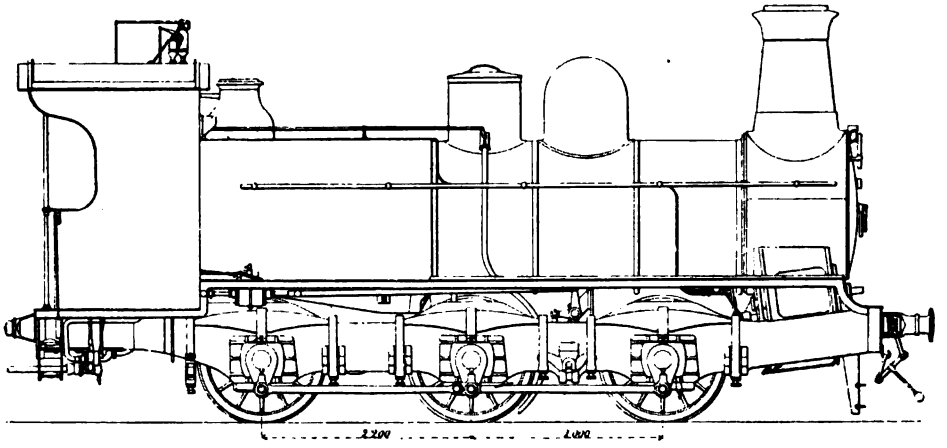


Fig. 147. — Locomotive à marchandises (type 25 modifié ; 1896) de l'*État belge*.

motives à roues de 1,70 m. à adhérence totale dont nous avons dit un mot ci-dessus. Elle leur a substitué depuis 1884 des machines beaucoup plus puissantes remorquant facilement la même charge de 230 t. à une vitesse de 30 km. à l'heure sur des lignes à rampes moyennes. C'est le *type* 25 ou du *Luxembourg* (fig. 146).

Le foyer, qui mesure 2,710 m. de longueur et 1,768 m. de largeur, déborde de chaque côté au-dessus des roues. Les détails de construction sont identiques à ceux des autres locomotives de la même administration. Les conditions principales d'établissement du dernier type construit (fig. 147) sont les suivantes :

Surface de grille	5,15 m²
— de chauffe totale	120,69 —
Timbre	10,00 kg.
Nombre de tubes	251
Longueur des tubes entre plaques	3,510 m.
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,400 —
Diamètre des cylindres	0,500 —
Course des pistons	0,600 —
Diamètre des roues accouplées	1,300 —
Poids total en charge	43,20 t.

Locomotive-tender à huit roues accouplées du Chemin de fer du Grand Central belge. — On trouvera (fig. 148), en élévation extérieure, une locomo-

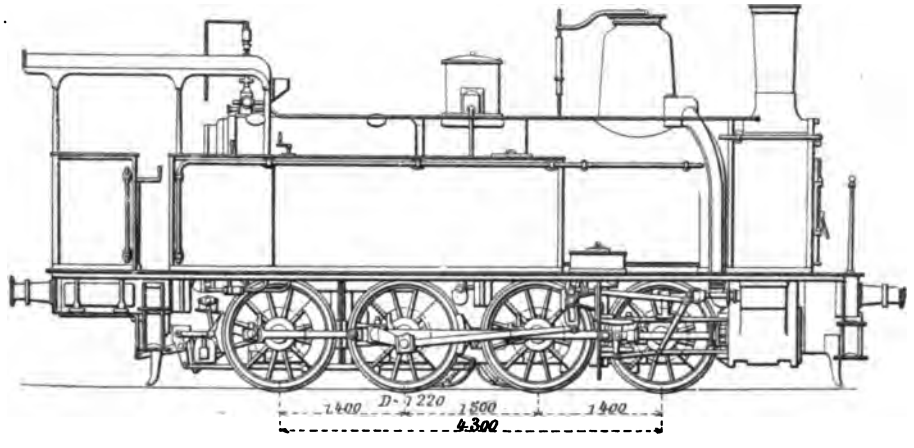


Fig. 148. — Locomotive-tender à marchandises du *Grand Central belge.*

tive appartenant à un type très bien étudié et qui a été remarqué à l'Exposition de 1889. Il dérive d'un modèle créé par M. M. Urban vers 1865 et dont le *Grand Central belge* possède un grand nombre d'exemplaires, il peut remorquer des trains lourds sur des rampes de 18 mm. Dans ces conditions, la consommation moyenne de combustible est de 13,30 kg. par kilomètre.

Le foyer, du type Belpaire, passe au-dessus des deux essieux arrière, il mesure 2,000 m. de longueur et 1,129 m. de largeur intérieure. La surface de grille est de 2,14 m². Le corps cylindrique présente un diamètre moyen de 1,49 m. et renferme 270 tubes d'une longueur entre plaques de 3,500 m. La surface de chauffe totale est de 125,36 m².

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont 0,480 m. de diamètre; la course des pistons est de 0,600 m. La distribution, entièrement extérieure, est du type Walschaërt.

Les roues ont 1,22 m. de diamètre et l'empattement atteint 4,30 m.

Les caisses à eau sont disposées latéralement et peuvent contenir 4 500 lit. d'eau.

Le poids est de 39,10 t. à vide et de 51,25 t. en ordre de marche.

SUISSE[1]

44. Généralités sur les chemins de fer et les locomotives suisses. — La configuration générale du pays a motivé dans bien des points l'adoption de rampes assez fortes et de courbes de petits rayons. Le désir de remorquer sur de telles lignes des trains de voyageurs assez lourds, avec une vitesse de marche de 50 à 55 km. à l'heure, a fait développer l'emploi du type *Mogul* à grandes roues. Quelques-unes de ces machines sont compound à deux cylindres inégaux. La Compagnie du *Jura-Simplon* a fait construire à titre d'essai une machine Mogul compound à trois cylindres. La Compagnie du *Gothard*, dont le tracé comporte des pentes de 25 mm. pour mètre a fait établir pour ses trains rapides de voyageurs de puissantes machines à six roues accouplées et à bogie, compound à quatre cylindres.

D'autre part, la Compagnie du *Jura-Simplon* remorque ses trains express des lignes principales avec des machines à quatre roues accouplées et à bogie, compound à deux cylindres.

Le service des marchandises est assuré par des machines à six roues accouplées, sauf au Saint-Gothard où l'on trouve des machines à huit roues accouplées.

Le *Central-Suisse* emploie pour le même service des machines-tender compound à quatre cylindres et avant-train articulé, du système Mallet.

Des machines de même système fonctionnent sur des lignes d'embranchement, Landquart à Davoi, Yverdon à Sainte-Croix.

La Suisse a vu naître les chemins de fer à crémaillère, dont les locomotives prennent des formes diverses, suivant qu'elles doivent fonctionner uniquement avec crémaillère, ou bien avec mélange de sections avec crémaillère ou sans crémaillère.

[1] M. C. Barbey a publié récemment un ouvrage fort intéressant, édité avec le plus grand soin : *Les Locomotives Suisses*, auquel nous sommes redevable de renseignements et de quelques figures et dans lequel les personnes désireuses de connaître dans ses détails le matériel suisse trouveront un guide des plus complets.

Bien qu'elles ne soient pas remarquables par leur puissance, les locomotives suisses méritent un examen attentif ; elles sont étudiées en vue de circuler, à des vitesses modérées, sur des lignes accidentées, présentant des courbes de petit rayon et elles se plient remarquablement à des services assez spéciaux. Vu la faible longueur des parcours une très forte proportion de ces locomotives est du type-tender.

Ces locomotives se distinguent surtout par la suppression des porte à faux grâce à l'emploi général des bogies et bissels. Les longerons sont extérieurs. Les cylindres sont toujours extérieurs et les distributions, du type Walschäert dans les machines récentes, le sont aussi dans l'immense majorité des cas. Les organes du mécanisme sont légers et bien étudiés.

Les chaudières sont presque toujours à foyer Crampton avec consolidation du ciel par des tirants. Leur enveloppe extérieure est souvent en tôle russe dénuée de peinture.

La Suisse est une des contrées dans lesquelles on ait fait dans ces dernières années le plus d'applications du principe compound aux locomotives.

45. Description de quelques types de locomotives usités en Suisse. — Nous décrirons sommairement quelques-uns des principaux types de locomotives usités en Suisse, capables de fixer les idées sur la pratique de ce pays.

Locomotives compound à grande vitesse du Jura-Simplon. — La Compagnie du *Jura-Simplon* a fait construire un certain nombre de locomotives

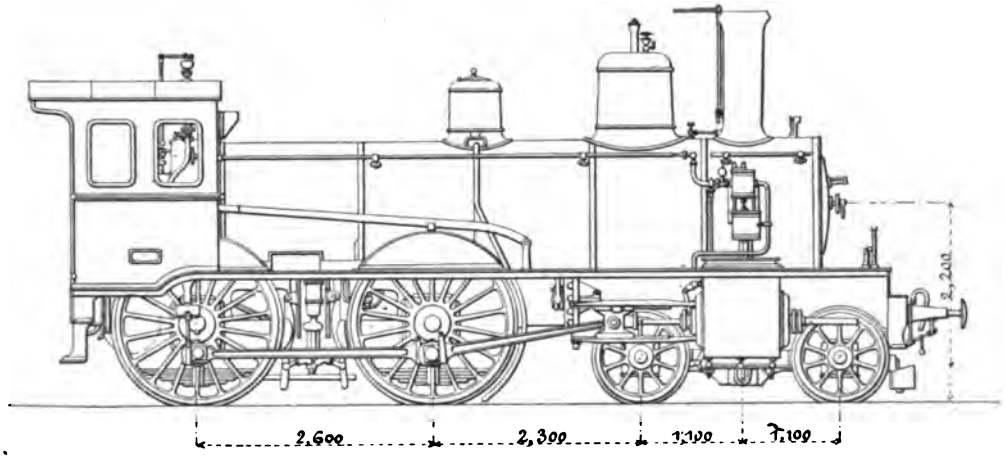


Fig. 149. — Locomotive compound à grande vitesse (série 101-116) du *Jura-Simplon*.

compound à grande vitesse destinées à remorquer les trains-express sur les lignes de Genève à Berne par Lausanne et Fribourg, de Lausanne à Biel et de Bâle à Delle (fig. 149 et 150). D'après le programme imposé elles devaient pouvoir atteindre une vitesse de 90 km. à l'heure et remorquer une charge

utile de 180 t. à la vitesse de 45 km. à l'heure sur une rampe de 10 mm. par mètre.

Ces locomotives à quatre roues accouplées avec bogie à l'avant sont du système compound à deux cylindres extérieurs, la valve de démarrage automatique est du système von Borries. Les cylindres ont 0,450 m. et 0,670 m. de diamètre. Leur écartement d'axe en axe est de 2,070 m., la course commune des pistons est de 0,650 m. ; le rapport des volumes des cylindres est de 2,20. Les tiroirs, extérieurs, sont actionnés par des coulisses de Ste-

Fig. 150. — Locomotive compound à grande vitesse du *Jura-Simplon*.

phenson placées à l'intérieur ; le renvoi de mouvement est obtenu au moyen d'un arbre intermédiaire comme dans les locomotives américaines.

Le timbre de la chaudière est de 12 kg., la distance de l'axe du corps cylindrique au-dessus des rails est de 2,225 m. Le foyer en cuivre passe au-dessus de l'essieu accouplé arrière. Le corps cylindrique, en acier, dont la petite virole a 1,348 m. de diamètre intérieur, renferme 224 tubes de 3,800 m. de longueur entre plaques. La surface de chauffe totale est de 129,26 m² dont 9,10 m² de surface directe, la surface de grille est de 2 m².

La boîte à fumée, placée en prolongement du corps cylindrique, est surmontée d'une cheminée légèrement tronconique.

Le dôme monté sur la virole antérieure du corps cylindrique, près de la cheminée, renferme un régulateur à col de cygne.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,83 m. et celles du bogie un diamètre de 1,03 m.

L'empattement total est de 7,10 m., l'écartement des essieux accouplés étant de 2,60 m. et celui des essieux du truck de 2,20 m.

Les ressorts à lames des essieux moteur et accouplé sont placés sous les boîtes.

La machine est munie du frein Westinghouse agissant sur les deux paires de roues accouplées et des appareils nécessaires pour le chauffage à la vapeur des voitures. Elle est accompagnée d'un tender à six roues de 1,02 m. pouvant contenir 13,000 litres d'eau et 5,000 kg. de combustible, et dont le poids en charge s'élève à 30 kg. Le poids total de la machine en ordre de marche est de 46,80 t. dont 27,80 t. de poids adhérent.

Locomotives compound à six roues accouplées et à bogie du chemin de fer du Gothard[1]. — La ligne principale du *Gothard*, qui relie Lucerne à Chiasso,

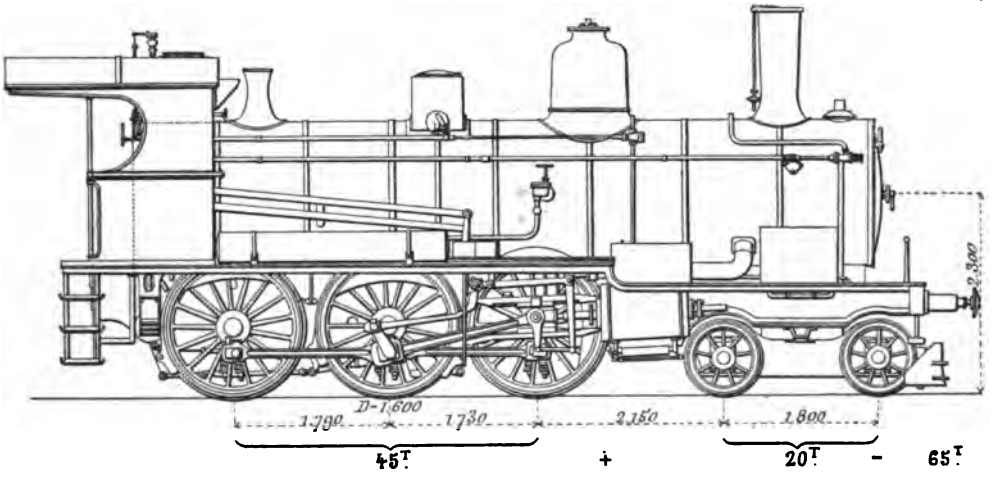


Fig. 151. — Locomotive compound à six roues accouplées et à bogie du *Gothard*.

se compose de tronçons à profil relativement facile, n'offrant pas de déclivités supérieures à 10 mm., et de sections où les rampes dépassent 26 mm. par mètre. Entre Lucerne et Erstfeld les déclivités les plus fortes sont de 10 mm. ; la voie s'élève alors vers Gœschenen par une série de rampes de 26 mm. (inclinaison moyenne 21,9 mm.) ; dans le grand tunnel (14 984 m.) on trouve une longue rampe de 5,8 mm. suivie de pentes de 0,5 mm. et de 2 mm., puis la voie se dirige vers Bellinzona par une suite ininterrompue de pentes dont l'inclinaison moyenne est de 18,6 mm. par mètre entre Airolo et Biasca et de 8 mm. de Biasca à Bellinzona. Entre cette dernière ville et Lugano, les rampes atteignent 26 mm. dans un sens et 21 mm. dans l'autre ; elles sont de 16,7 mm. entre Lugano et Chiasso.

[1] Voir l'article de M. E. Sauvage, *Revue Générale des Chemins de fer*, numéro de juillet 1895.

Sur les sections à profil accidenté, la vitesse maxima des trains les plus rapides, entre deux stations, ne dépasse pas 34 km. à l'heure : encore faut-il recourir à l'emploi de la double traction combinée avec le poussage en queue dès que le poids des trains express dépasse 90 t.

La Compagnie du *Gothard* a donc été amenée à faire étudier des locomotives assez puissantes pour que l'on pût augmenter la vitesse moyenne sur les sections difficiles tout en évitant la double traction (fig. 151 et 152) ; ces machines devaient également pouvoir atteindre sur les lignes de niveau une vitesse assez élevée pour permettre la suppression des relais d'Erstfeld et Biasca au pied des grandes rampes.

Le programme imposé lors de la construction était le suivant :

Remorquer	120	tonnes à la vitesse de	40	k. sur rampes de	20 à 27	mm.
—	200	—	—	60	—	10	—
—	200	—	—	90	—	5	—

C'est en vue de la réalisation de ce programme que l'administration du chemin de fer du *Gothard* a fait construire deux types de machines compound

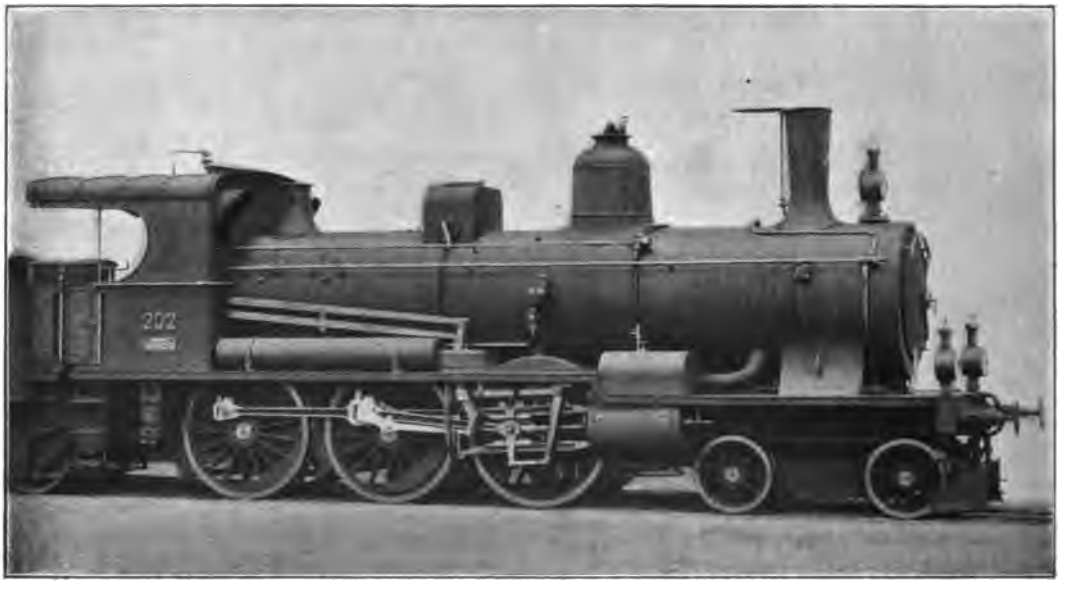


Fig. 152. — Locomotive compound à voyageurs du *Gothard*.

à trois essieux couplés et à bogie. L'un de ces trois types qui est du système compound à quatre cylindres comporte deux cylindres intérieurs, à haute pression de 0,350 m. de diamètre et deux cylindres extérieurs à basse pression de 0,530 m. ; les pistons ont une course commune de 0,600 m. L'autre machine a trois cylindres dont un cylindre médian à haute pression

de 0,440 de diamètre et deux cylindres extérieurs à basse pression de 0,480 m. de diamètre : la course commune des pistons est de 0,60 m.

Le mécanisme ou les mécanismes à haute pression attaquent le premier essieu qui est coudé ; les mécanismes extérieurs à basse pression attaquent le second essieu moteur. Les tiroirs sont placés au-dessus des cylindres et commandés par des coulisses de Walschaërt avec balanciers de renvoi pour les mécanismes intérieurs.

Deux vis de changement de marche commandent les mécanismes de relevage des deux groupes de cylindres à haute et basse pression ; ces vis peuvent êtres manœuvrées simultanément au moyen d'un volant unique ou indépendamment l'une de l'autre grâce à la présence des verrous d'isolement. Un appareil spécial de démarrage permet d'envoyer de la vapeur vive dans tous les cylindres.

La chaudière, timbrée à 14 kg., a 1,500 m. de diamètre minimum à l'intérieur. La hauteur de l'axe du corps cylindrique au-dessus des rails est de 2,300 m. Les tubes au nombre de 244 ont 4 m. de longueur. Il existe quatre soupapes de sûreté à charge directe de 70 mm. de diamètre. La boîte à fumée du type américain a 1,800 m. de longueur. La surface de chauffe totale est de 150,30 m². Derrière les portes du cendrier sont placées des grilles qui empêchent la chute des escarbilles. L'alimentation est assurée par trois injecteurs dont deux fonctionnent souvent simultanément, le troisième servant de réserve. Les deux tubes de niveau d'eau portent l'indication du niveau le plus bas que doit avoir l'eau sur une rampe de 27 mm.

Pour assurer l'adhérence, un appareil à laver les rails lance de l'eau entre les roues du bogie ; cet appareil est complété par une sablière à air comprimé.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,60 m. et celles du bogie un diamètre de 0,85 m.

La suspension est assurée au moyen de ressorts à boudins appliqués aux essieux moteurs et à ceux du bogie.

Le bogie, dont les roues passent sous les longerons de la machine, peut prendre un déplacement latéral limité par des bielles de suspension. L'empattement total est de 7,470 m., l'écartement des essieux couplés extrêmes étant de 3,52 m. et celui des essieux du truck de 1,80 m.

Le poids total des machines en service est de 65 000 kg. dont 45 000 sur les essieux accouplés.

Les deux types de machines sont munis du frein Westinghouse-Henry automatique et modérable.

Au cours d'une série de dix expériences sur la section d'Erstfeld à Goschenen (29 km., rampes de 26 mm.) la machine à quatre cylindres a pu remorquer un train de 120 t. à la vitesse de 40 km, avec une consommation

de combustible de 1210 kg., la quantité d'eau vaporisée étant de 7310 kg.; la traversée du grand tunnel (15,7 km. en rampe de 6 mm.) a été effectuée à la vitesse de 70 km. avec un train d'essai de 100 t. dans le sens de Gœschenen à Airolo; dans le sens inverse la vitesse moyenne a été de 75 km. La vitesse maxima atteinte en plaine a été de 105 km. et la machine a franchi des courbes de 300 m. de rayon à la vitesse de 85 km. à l'heure.

Locomotive compound à six roues accouplées, du type Mogul, du Jura-Simplon. — Les ateliers de Winterthur ont livré en 1896 à la Compagnie du *Jura-Simplon*, une locomotive Mogul, à laquelle on a appliqué le système compound à trois cylindres (fig. 153). C'est une puissante machine mixte

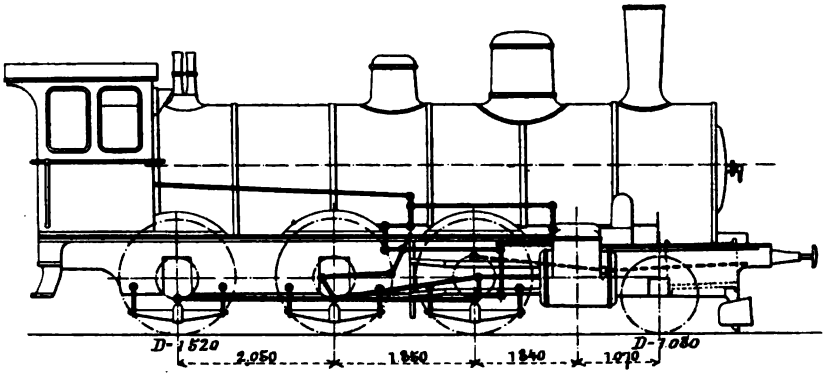


Fig. 153. — Machine compound, du type *Mogul*, du *Jura-Simplon*.

montée sur des roues accouplées de 1,52 m. et comportant, à l'avant des cylindres, un bissel à roues de 1,03 m. Les longerons sont intérieurs.

La chaudière est timbrée à 14 kg.

Le foyer passe au-dessus de l'essieu accouplé arrière, sa surface de grille est de 2,30 m². La surface de chauffe totale s'élève à 140 m². La boîte à fumée est prolongée sur l'avant. La prise de vapeur se fait dans un dôme placé à l'avant du corps cylindrique. Les soupapes de sûreté, à charge directe, sont placées au-dessus du foyer.

Le cylindre à haute pression, intérieur, est placé suivant l'axe de la machine et légèrement incliné; son diamètre est de 0,500 m. et sa course de 0,600 m. Les deux cylindres à basse pression, égaux, sont placés à l'intérieur; ils ont un diamètre de 0,540 m. et même course que ci-dessus.

Les distributions sont du type Walschaërt.

L'empattement total est de 6,310 m.

Cette locomotive pèse 48 t. à vide et 53,50 t. en ordre de marche. Elle est accompagnée d'un tender à deux essieux d'une contenance 11 m³ et pesant 25,50 m. en charge.

Locomotive compound à six roues accouplées, du type Mogul, du chemin de fer de l'Union Suisse. — Plusieurs machines compound à quatre essieux dont trois accouplés à l'arrière et un essieu bissel à l'avant des cylindres, ont été construites pour le chemin de fer de l'Union Suisse, par la Société de Winterthur en 1890-92. Elles font le service des express sur les principales lignes : la vitesse maxima autorisée est de 75 km. à l'heure (fig. 154).

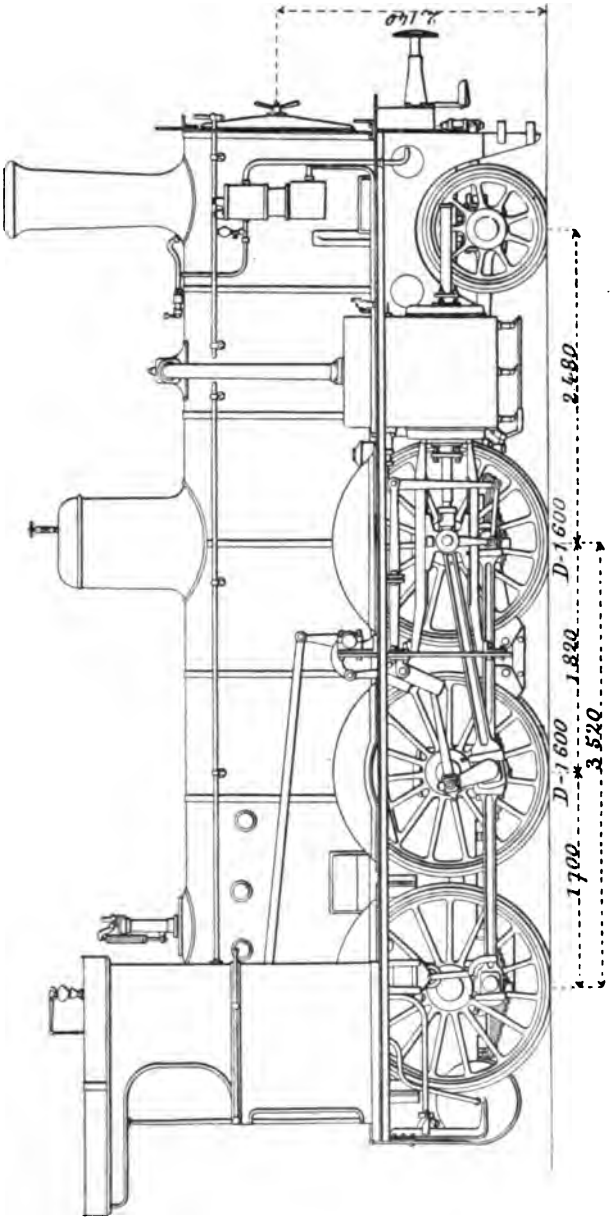


Fig. 154. — Locomotive compound du type *Mogul* de l'*Union Suisse* (série 101 à 108).

Le foyer passe par-dessus l'essieu d'arrière, et les plaques de boîte à feu arrière sont légèrement inclinées.

Les tubes, au nombre de 184, ont 4,440 m. de longueur et présentent une surface de chauffe d'environ 130 m². La surface totale de chauffe est de 138,60 m².

La surface de grille est de 1,70 m².

Le régulateur est à simple tuile.

Le timbre de la chaudière est de 12 kg.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont les diamètres suivants : cylindre à haute pression 0,450 m., cylindre à basse pression 0,640 m., rapport 2,02 ; la course commune est de 0,650 m.

Les tiroirs, légèrement inclinés vers l'extérieur sont à canal et commandés par une distribution Walschaërt : toutefois la coulisse est rectiligne ; son point d'articulation est placé un peu au-dessus du milieu.

L'appareil de démarrage est du type Lindner.

Les bielles sont évidées, et les tiges de piston sortent à l'avant des cylindres.

La disposition du bissel est la même que dans la locomotive du même type appartenant au Jura-Simplon, exposée à Paris en 1889. Les ressorts des essieux arrière sont conjugués par des balanciers longitudinaux, il en est de même des ressorts de l'essieu accouplé avant et de ceux du bissel reliés en outre par un balancier transversal de sorte que la suspension est effectuée sur trois points.

Le poids en ordre de marche est de 47,70 t. dont 36,70 t. de poids adhérent.

Le tender, très ramassé comme il est d'usage en Suisse, pèse environ 20 t. en charge avec 9 m³. d'eau et 3,4 t. de combustible dans les soutes.

La consommation moyenne par kilomètre-locomotive pour l'année 1894 (parcours 42 729 kil.) a été de 8,5 kg. de charbon.

Locomotive à six roues accouplées du type Mogul, du Central Suisse. — La

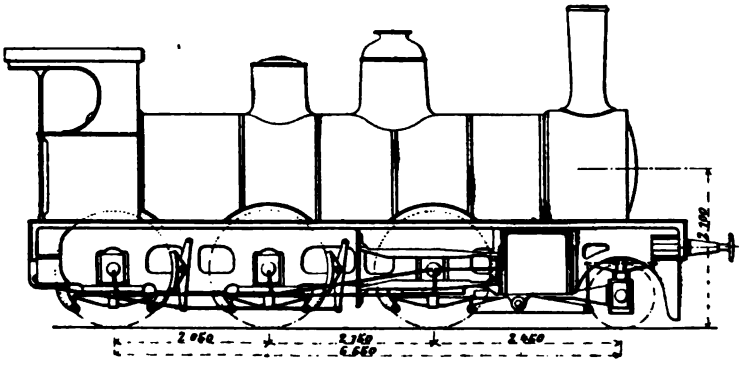


Fig. 155. — Locomotive du type *Mogul*, du *Central Suisse*.

figure 155 représente une locomotive du type *Mogul* construite récemment par la *Société alsacienne* pour le *Central Suisse*.

Le foyer, assez plat, passe au-dessus de l'essieu arrière; le corps cylindrique est long, les tubes ont 4,20 m. entre plaques.

Les cylindres et tout le mécanisme sont extérieurs.

Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 1,75 m² et 130,70 m². Timbre : 12 kg. Les cylindres ont 0,480 m. de diamètre et la course des pistons est de 0,660 m. Les roues accouplées ont 1,55 m. de diamètre.

Le poids en ordre de marche atteint 50,00 t. dont 40,50 t. sur les essieux accouplés.

Cette locomotive est accompagnée d'un tender très court, à deux essieux, dont les caisses ont une contenance de 9 m³ et qui pèse 23 t. en charge.

Locomotive à six roues accouplées du Jura-Simplon. — Comme exemple de machine à marchandises à adhérence totale, nous citerons la locomotive construite par les ateliers de Winterthur en 1890 pour le *Jura-Simplon* (fig. 156) et pour le *Nord-Est Suisse*, les deux machines ne différant que par l'étendue de la surface de chauffe un peu plus grande dans les premières.

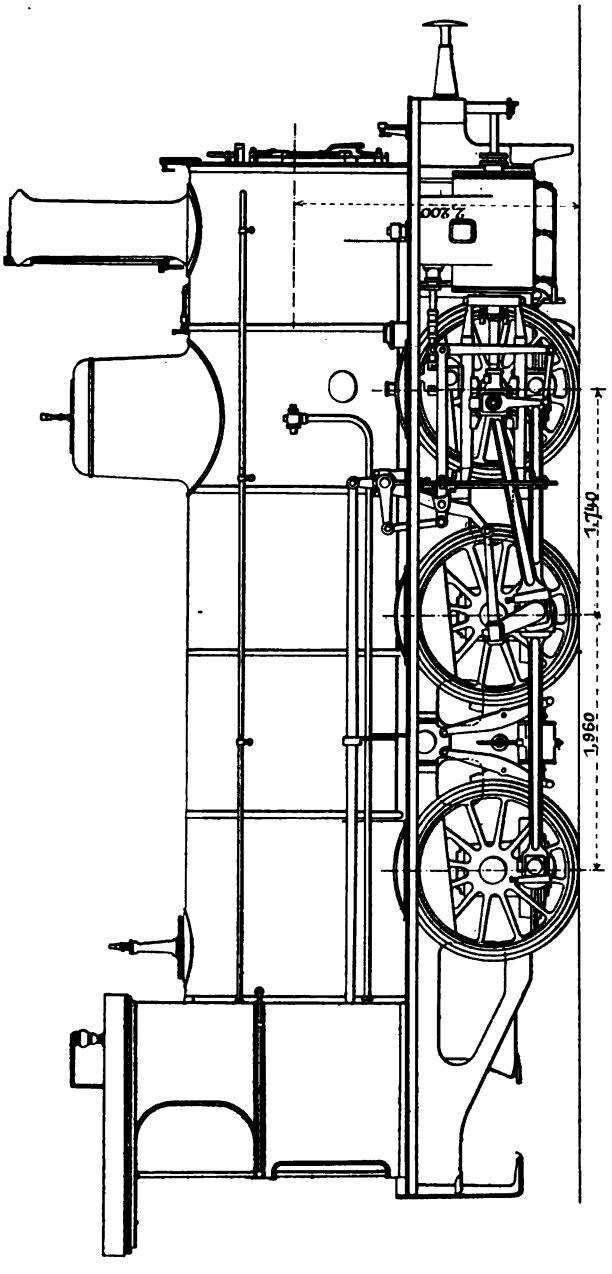


Fig. 156. — Locomotive à marchandises (type C^3_T) du *Jura-Simplon*.

C'est un type assez puissant, portant près de 15 t. par essieu. La chaudière est à foyer Crampton et porte sur l'avant un dôme assez volumineux renfermant le col de cygne du régulateur. Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière.

Les surfaces de chauffe et de grille sont respectivement de 150,20 m² et 1,80 m². Le timbre est de 10 kg.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont un diamètre de 0,480 m., la course des pistons est de 0,650 m. Mécanisme de distribution extérieur, du type Walschaërt.

Les roues ont un diamètre de 1,33 m.

Le poids total en ordre de marche est de 43,60 t.

Cette locomotive est accompagnée d'un tender à deux essieux pouvant prendre 8 000 l. d'eau et 4 000 kg. de combustible.

Locomotive à huit roues accouplées du Gothard. — Cette locomotive

(fig. 157) constitue le seul type de machine à huit roues accouplées et à tender séparé qui soit en service sur les lignes suisses. Il est employé à la traction des trains de marchandises sur la section de montagne.

La chaudière est à foyer Crampton passant au-dessus de l'essieu arrière. Le régulateur est renfermé dans un vaste dôme placé sur la virole milieu du régulateur; les soupapes, à charge directe, sont situées sur la virole arrière,

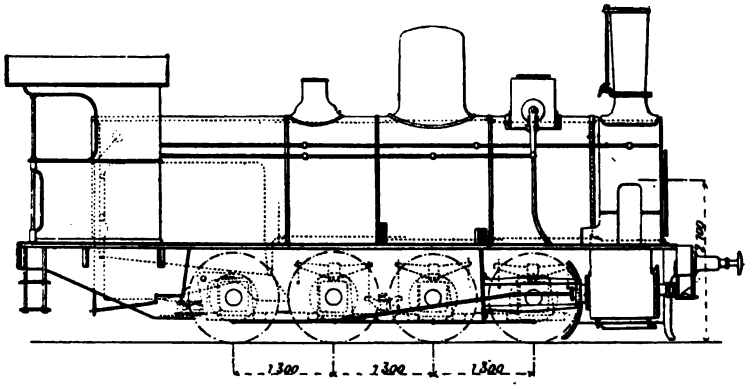


Fig. 157. — Locomotive à huit roues accouplées (type D⁴ F) du *Chemin de fer du Gothard.*

entre le dôme et la boîte à feu. Le timbre est de 12 kg. Les surfaces de chauffe et de grille sont respectivement de 156,7 m² et de 2,15 m².

Les cylindres, mesurant 0,520 m.×0,610, sont extérieurs et horizontaux. La distribution, du type Gooch, est intérieure.

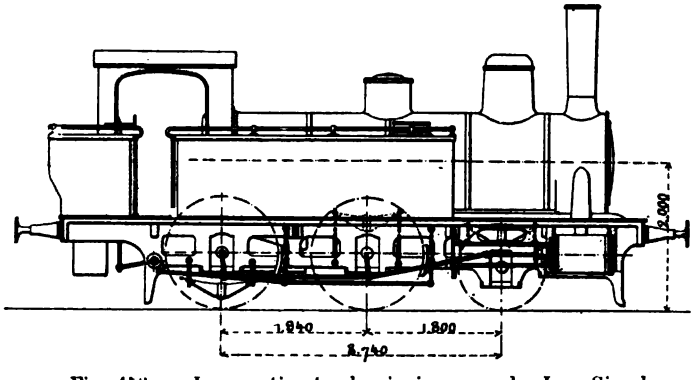


Fig. 158. — Locomotive-tender à six roues du *Jura-Simplon.*

Le poids en charge est de 58 t. Le tender, à deux essieux, peut prendre 8 200 l. d'eau et 4 800 kg. de combustible.

Locomotive-tender à quatre roues accouplées du Jura-Simplon. — La figure 158 représente un bon type de locomotive-tender de banlieue léger et compact, appartenant à la Compagnie du *Jura-Simplon.* C'est une machine à trois essieux dont deux accouplés placés à l'arrière; la paire de roues porteuse, placée à l'avant, est située à l'arrière des cylindres qui sont extérieurs. L'empattement ne dépasse pas 3,740 m. Les caisses à eau sont disposées latéralement mais ne dépassent pas, vers l'avant,

la plaque support des glissières. La soute à combustible est à l'arrière.

La chaudière est de faible longueur; la partie postérieure du foyer passe au-dessus de l'essieu accouplé. La surface de grille est de 1,17 m² seulement et la surface de chauffe ne dépasse pas 76 m². Les roues accouplées ont un diamètre de 1,51 m.; cylindres de 0,400 m. × 0,610.

Avec 3,750 kg. d'eau dans les soutes, cette machine, en ordre de marche, pèse 35 t.

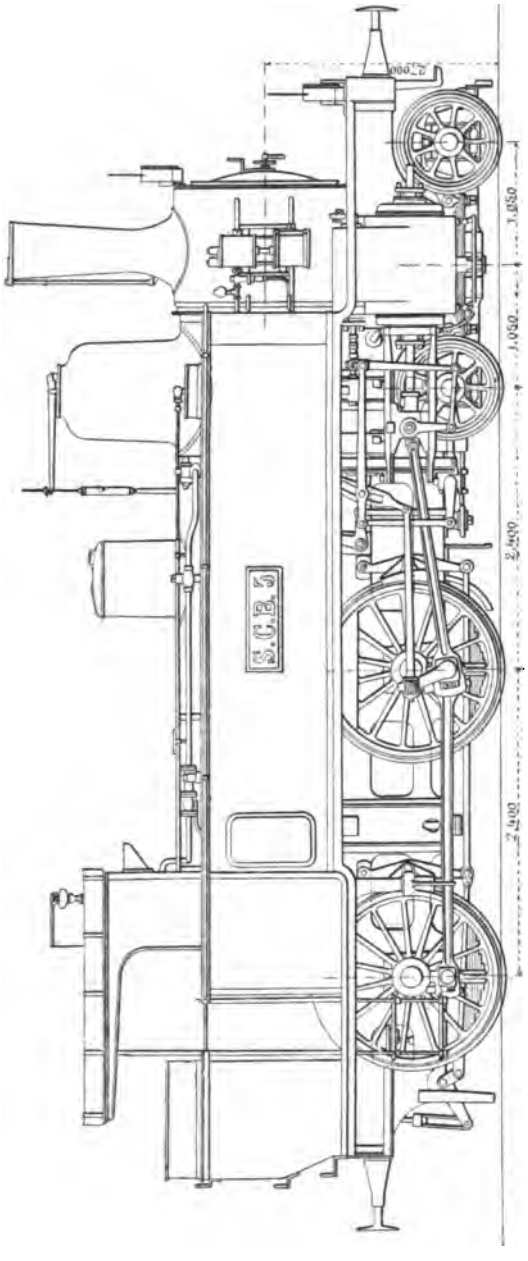


Fig. 159. — Locomotive-tender de banlieue du *Central Suisse*.

Locomotive-tender à quatre roues accouplées du Central Suisse. — La figure 159 représente un type de locomotive-tender, très stable et élégant, qui effectue un bon service à une vitesse relativement élevée. Les premiers spécimens, construits par les ateliers de Winterthur en 1891, sont du système compound à deux cylindres. Cette disposition n'ayant pas donné toute satisfaction en service, on est revenu au type à simple expansion pour le second lot des machines de ce type construit par la Société alsacienne et représenté par le schéma de la figure 160; il diffère un peu du premier par ses dimensions principales.

Le foyer se trouve entre les deux essieux accouplés et les cylindres extérieurs, entre les roues du bogie qui supporte l'avant de la machine.

. Caisses à eau latérales avec soute à charbon à l'arrière de la plate-forme recouverte d'un abri ne comportant d'écran que sur l'avant.

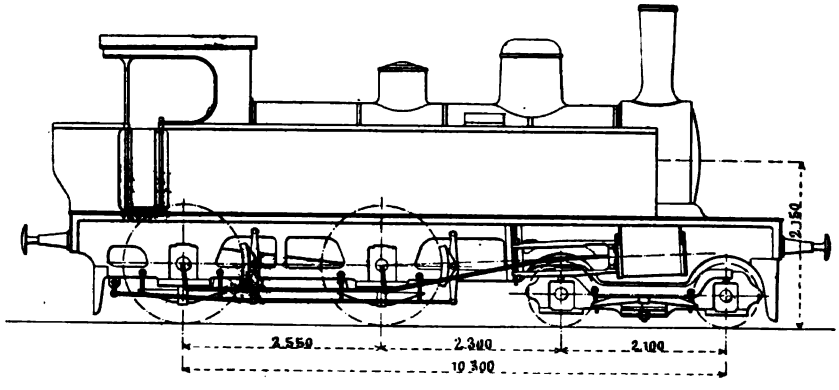


Fig. 160. — Locomotive-tender de banlieue du *Central Suisse.*

Les dimensions principales sont consignées ci-après :

Surface de grille	1,60 m²
— de chauffe totale	103,00 —
Timbre	12,00 kg.
Diamètre moyen du corps cylindrique	1,300 m.
Nombre de tubes	182
Longueur utile des tubes	3,570 m.
Diamètre des cylindres	0,420 —
Course des pistons	0,620 —
Diamètre des roues accouplées	1,550 —
Empattement total	10.300 —
— fixe	2,550 —
Eau dans les soutes	5,500 lit.
Combustible —	2,000 kg.
Poids total en charge	48,00 t.
— adhérent —	28,90 —

Locomotive-tender, du type Mogul, à six roues accouplées, du Gothard. — Ces locomotives appartiennent an type *Mogul* (fig. 161) ; elles sont montées sur des roues accouplées de 1,33 m. ; les roues porteuses ayant 0,85 m. de diamètre, la chaudière est disposée très symétriquement au-dessus des essieux, il n'y a pas de porte à faux ; la partie postérieure du foyer se trouve au-dessus de l'essieu arrière.

La boîte à feu est du type Crampton ; le dôme de prise de vapeur est placé sur la virole arrière du corps cylindrique, le tuyau allant aux cylindres sort de la chaudière au point placé par le travers de ces derniers.

Les cylindres sont horizontaux et extérieurs, ainsi que le mécanisme de distribution qui est du type Walschaërt.

Les caisses à eau, dont la contenance est de 7 m³, sont disposées latérale-

ment et sont prolongées jusqu'à l'extrême avant. La soute à combustible, pouvant recevoir 2 500 kg. de charbon, est placée à l'arrière de la plate-forme. Cette dernière est recouverte par un abri très complet.

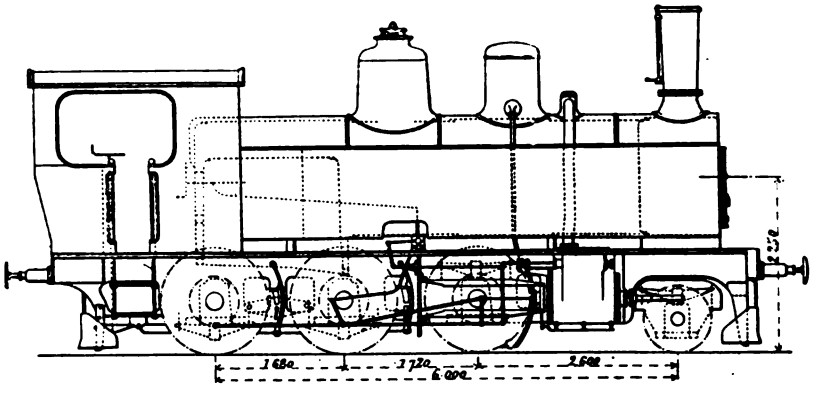


Fig. 161. — Locomotive-tender du type *Mogul* (série B³) du *Chemin de fer du Gothard.*

Les surfaces de chauffe et de grille sont respectivement de 135,57 m² et 1,82 m². ; le timbre est de 10 kg. Cylindres de 0,480 m. × 0,640 m. Poids à vide, 43,14 t. ; en ordre de marche avec les caisses pleines : 57,90 t.

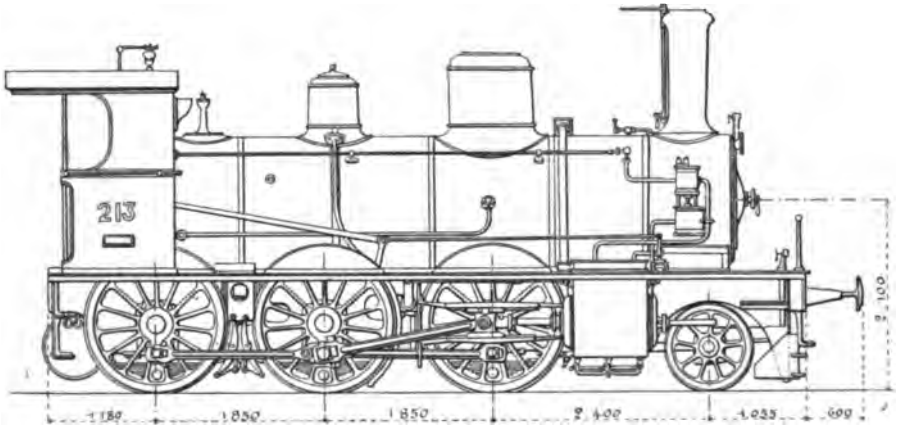


Fig. 161 (*bis*). — Locomotive *Mogul* (séries : 205-207, non compound ; 208-222, compound) du *Jura-Simplon.*

Locomotive-tender articulée, du système Mallet, du Gothard. — La *Compagnie du Gothard* possède quelques locomotives compound articulées, du système Mallet, à six essieux et à adhérence totale (fig. 162), qui comptent parmi les plus puissantes qui soient en service sur les réseaux européens.

La surface de grille est de 2,19 m² ; le corps cylindrique, dont le diamètre moyen est de 1,47 m., renferme 190 tubes. Timbre, 12 kg ; surface de chauffe totale, 154,30 m².

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont respectivement 0,400 m. et 0,580 m. de diamètre avec une course des pistons de 0,640 m. L'empattement total est de 8,130 m,

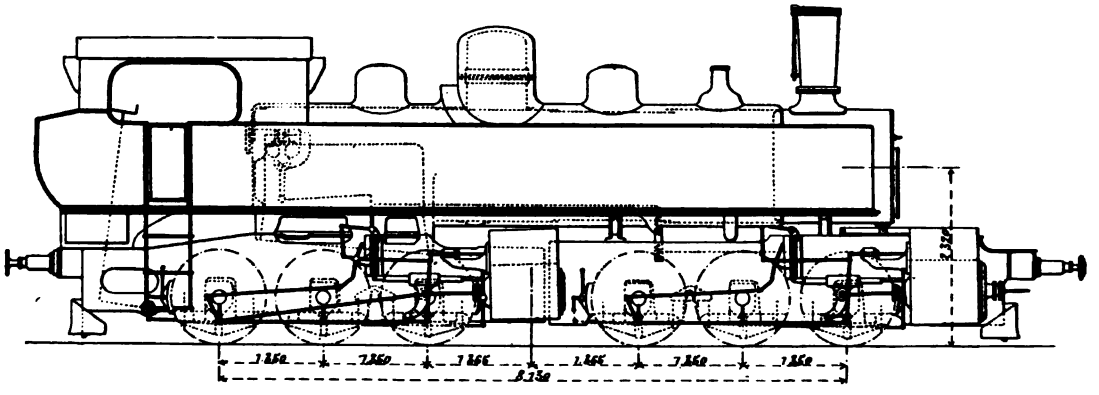


Fig. 162. — Locomotive compound articulée du *Saint-Gothard.*

Le poids de cette machine est de 69,36 t. à vide et de 87,16 en ordre de marche avec 7 m³ d'eau et 4,30 t. de charbon.

ALLEMAGNE

46. Avant d'examiner les types de locomotives en service en Allemagne, il n'est pas inutile de jeter un coup d'œil sur la manière dont sont constitués les courants de trafic, et sur les principales conditions d'exploitation.

Au moment de l'apparition des chemins de fer, l'Allemagne était divisée en une quantité de pays de grandeur et d'importance diverses.

Les premiers chemins de fer ont été destinés à desservir des banlieues : Berlin à Postdam, Nuremberg à Fürth, Vienne à Gloggnitz, Francfort à Wiesbaden, etc. On s'est occupé ensuite de réunir des villes importantes d'une même région : Leipsick à Dresde, Aix-la-Chapelle à Cologne et à Bonn ; — et enfin on a réuni les capitales entre elles, — Berlin à Hanovre, à Brunswick, à Dresde, à Hambourg, à Munich et à Vienne, Carlsruhe à Stuttgard, à Munich, à Vienne par Ulm et Salzburg, Vienne à Pesth, etc., etc.

Pendant le même temps les jonctions internationales s'établissaient avec la Belgique, le Luxembourg, la France, la Suisse et l'Italie. C'est beaucoup plus tard que les communications ont été établies avec la Russie.

Les voyages à travers ces pays multiples n'auraient pu avoir lieu facilement sans l'*Union douanière* qui limite les visites de la douane à la seule entrée dans les grandes divisions territoriales de l'Allemagne, telles que l'empire d'Allemagne, empire d'Autriche-Hongrie, etc. Une autre union, dite

Union technique, assure la circulation des wagons sur toutes les lignes allemandes, et par extension sur les lignes d'Europe, sauf l'Espagne et la Russie qui n'ont pas adopté l'écartement dit *normal*.

L'examen des grands courants d'échange montre qu'ils sont principalement de deux natures, tant pour les voyageurs que pour les marchandises :

1° Les courants internationaux ;

2° Les courants intérieurs.

1° *Courants internationaux.* — Parmi ces courants, le plus important paraît être celui qui, partant de Londres, de Paris et de Bruxelles, se dirige vers Cologne, Berlin et se prolonge en Russie d'une part vers Saint-Pétersbourg, d'autre part sur Varsovie et Moscou.

Le plus important ensuite est celui de Paris à Vienne (par Stuttgart et Munich, ou par Innsprück), à Pesth, à Belgrade et à Constantinople ou à Salonique.

Ces deux courants se dirigent de l'ouest à l'est. On en trouve d'autres dans la direction nord-sud, et ils résultent principalement des relations commerciales créées par les ports. Hambourg d'un côté et Gênes de l'autre sont deux gros centres d'attraction pour des destinations différentes, de telle sorte qu'il existe une ligne très suivie de Hambourg à Gênes, desservant Brême, Cologne, Coblentz, Mayence, Francfort, Mannheim, Bâle, Lucerne et Milan. Cette même ligne se prolonge, pour les voyageurs, jusqu'à Brindisi.

2° *Courants intérieurs.* — Les ports de Trieste et de Fiume déterminent également un courant nord-sud, venant des au-delà de Vienne ou de Pesth. On trouve également des relations importantes intérieures, sensiblement dans cette même direction nord-sud, comme par exemple : Berlin à Francfort, Berlin à Munich, Berlin à Dresde et à Vienne, Breslau à Cracovie et à Vienne.

Pour les marchandises il existe des courants spéciaux déterminés par les grands centres industriels, districts houillers ou métallurgiques, etc., etc.

47. Généralités sur les principaux types de locomotives usités en Allemagne. — Les relations dont il vient d'être parlé ont été longtemps desservies par des trains dont les vitesses (sauf quelques rares exceptions) étaient relativement faibles, surtout dans les pays du sud. Peu à peu la nécessité d'accroître la vitesse des express s'est fait sentir, et a exercé une influence marquée sur la construction des modèles récents de locomotives.

Les types adoptés variant suivant les diverses régions, il convient maintenant de diviser leur examen suivant les principales divisions de l'union allemande.

L'appareil de démarrage est du type Lindner.

Les bielles sont évidées, et les tiges de piston sortent à l'avant des cylindres.

La disposition du bissel est la même que dans la locomotive du même type appartenant au Jura-Simplon, exposée à Paris en 1889. Les ressorts des essieux arrière sont conjugués par des balanciers longitudinaux, il en est de même des ressorts de l'essieu accouplé avant et de ceux du bissel reliés en outre par un balancier transversal de sorte que la suspension est effectuée sur trois points.

Le poids en ordre de marche est de 47,70 t. dont 36,70 t. de poids adhérent.

Le tender, très ramassé comme il est d'usage en Suisse, pèse environ 20 t. en charge avec 9 m³. d'eau et 3,4 t. de combustible dans les soutes.

La consommation moyenne par kilomètre-locomotive pour l'année 1894 (parcours 42 729 kil.) a été de 8,5 kg. de charbon.

Locomotive à six roues accouplées du type Mogul, du Central Suisse. — La

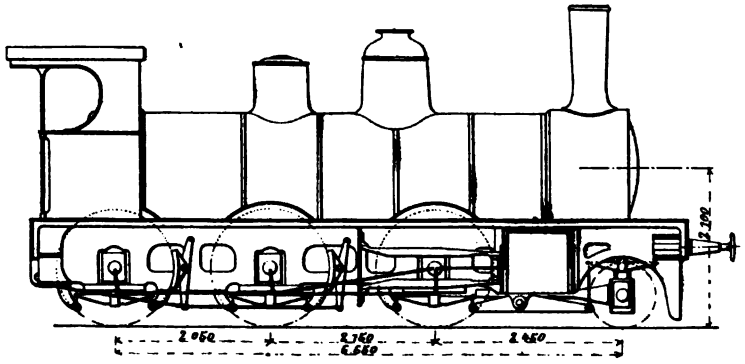


Fig. 155. — Locomotive du type *Mogul*, du *Central Suisse*.

figure 155 représente une locomotive du type *Mogul* construite récemment par la *Société alsacienne* pour le *Central Suisse*.

Le foyer, assez plat, passe au-dessus de l'essieu arrière; le corps cylindrique est long, les tubes ont 4,20 m. entre plaques.

Les cylindres et tout le mécanisme sont extérieurs.

Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 1,75 m² et 130,70 m². Timbre : 12 kg. Les cylindres ont 0,480 m. de diamètre et la course des pistons est de 0,660 m. Les roues accouplées ont 1,55 m. de diamètre.

Le poids en ordre de marche atteint 50,00 t. dont 40,50 t. sur les essieux accouplés.

Cette locomotive est accompagnée d'un tender très court, à deux essieux, dont les caisses ont une contenance de 9 m³ et qui pèse 23 t. en charge.

Locomotive à six roues accouplées du Jura-Simplon. — Comme exemple de machine à marchandises à adhérence totale, nous citerons la locomotive construite par les ateliers de Winterthur en 1890 pour le *Jura-Simplon* (fig. 156) et pour le *Nord-Est Suisse*, les deux machines ne différant que par l'étendue de la surface de chauffe un peu plus grande dans les premières.

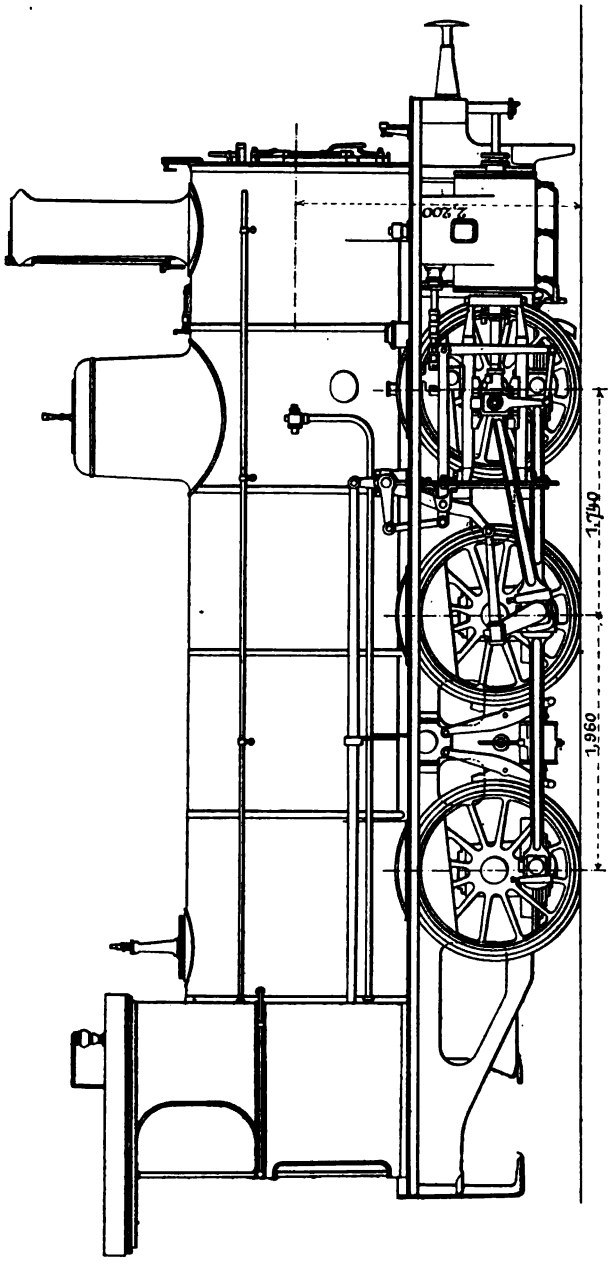


Fig. 156. — Locomotive à marchandises (type C^2T) du *Jura-Simplon*.

C'est un type assez puissant, portant près de 15 t. par essieu. La chaudière est à foyer Crampton et porte sur l'avant un dôme assez volumineux renfermant le col de cygne du régulateur. Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière.

Les surfaces de chauffe et de grille sont respectivement de 150,20 m² et 1,80 m². Le timbre est de 10 kg.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont un diamètre de 0,480 m., la course des pistons est de 0,650 m. Mécanisme de distribution extérieur, du type Walschaërt.

Les roues ont un diamètre de 1,33 m.

Le poids total en ordre de marche est de 43,60 t.

Cette locomotive est accompagnée d'un tender à deux essieux pouvant prendre 8 000 l. d'eau et 4 000 kg. de combustible.

Locomotive à huit roues accouplées du Gothard. — Cette locomotive

locomotives badoises étaient à l'origine à cylindres et bâtis extérieurs, sauf les machines à marchandises à six roues accouplées. On trouve aussi sur ce réseau quelques machines à voyageurs à quatre roues, toutes accouplées.

Les types récents, plus puissants, sont à châssis intérieur. On remarque notamment :

Un type de machine à grande vitesse à bogie, avec cylindres intérieurs ;

Un type de machine pour chemin de montagne à six roues accouplées et à bogie, compound à quatre cylindres, dont deux extérieurs et deux intérieurs. C'est l'origine des types similaires du Gothard, du Midi français et du Nord français ;

Un type compound à quatre cylindres avec avant-train articulé, système Mallet, à tender séparé : modèle copié par les chemins de fer prussiens.

Royaume de Saxe. — Ces machines sont établies suivant les types généraux adoptés en Prusse. Les machines express récentes sont à bogie, du système compound à deux cylindres inégaux, avec démarrage du type de M. Lindner, ingénieur en chef aux chemins saxons.

Bavière. — Les chemins de fer bavarois sont exploités par l'État.

Les lignes sont en général faciles ; il y a quelques sections avec rampes d'au plus 10 mm. par mètre, sauf une partie d'environ 6 km., en rampe de 25 mm., près de Neuemarkt.

Les machines, pour la majeure partie, ont le châssis et les cylindres extérieurs. Quelques modèles ont la distribution extérieure.

Les trains express, dont la vitesse de marche est relativement faible, sont généralement remorqués par des machines à six roues dont quatre accouplées à l'arrière, le troisième essieu étant placé sous le foyer.

Dans ces dernières années, on a mis en service une cinquantaine de machines express à bogie, compound à deux cylindres extérieurs, avec appareil de démarrage du type Maffei.

Les machines à quatre roues accouplées et foyer en porte à faux sont réservées pour le service des trains omnibus.

Les trains de marchandises lourds sont faits par des machines à six roues accouplées et quelques machines à huit roues accouplées ayant en plus un essieu de support ; les cylindres sont tout à fait à l'avant et la bielle motrice, assez courte, commande le deuxième essieu de la machine.

L'exposition de Nuremberg (1896) comprenait quelques modèles spéciaux, savoir :

Une machine à six roues accouplées et à bogie, compound à quatre cylindres : les petits cylindres sont à l'intérieur, à l'avant ;

Une machine à quatre cylindres et avant-train articulés type Mallet, à tender séparé ;

Une machine express à bogie et à cinq essieux, dont deux moteurs indépendants : l'un de ces essieux moteurs est considéré comme *auxiliaire*, et peut être à volonté relevé au-dessus des rails à l'aide d'un piston spécial ;

Une machine du type Consolidation, compound d'après un système spécial à fourreau. L'essieu d'avant est articulé dans le système bissel, le levier étant ensuite prolongé pour donner un déplacement transversal au deuxième essieu ;

Une machine-tender d'embranchement ayant trois essieux accouplés à l'avant, et un quatrième essieu porteur à l'arrière, avec articulation bissel dans le genre de celle de la machine qui précède.

Wurtemberg. — Les chemins du Wurtemberg, exploités par l'État, ont des machines ordinaires à quatre, six et huit roues accouplées. Ils ont toutefois comme modèles particuliers un certain nombre de machines à cinq essieux accouplés montés avec articulation du système Klose, et compound à trois cylindres.

48. Description de quelques-uns des principaux types de locomotives usités en Allemagne. — Nous passerons maintenant en revue, avec un peu plus de détail, quelques-uns des types de locomotives les plus fréquemment usités et les plus remarquables que l'on trouve sur les chemins de fer allemands.

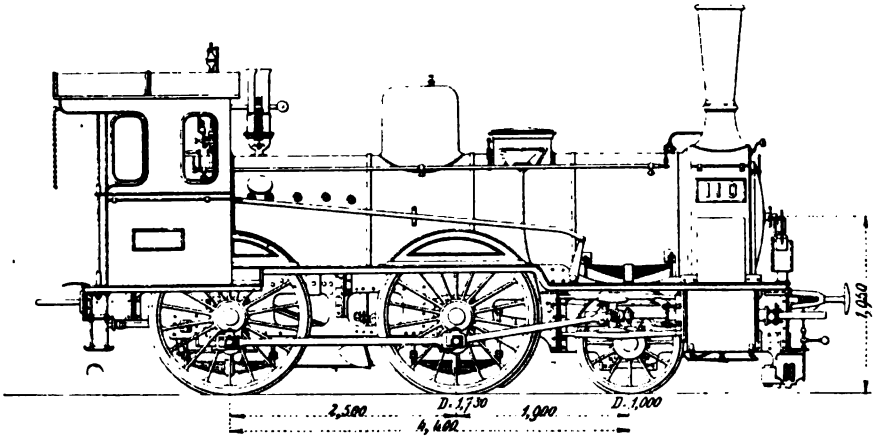


Fig. 163. — Locomotive à voyageurs (type normal) de l'*État prussien*.

Types normaux de l'État prussien. — L'administration des chemins de fer de l'*État prussien* a arrêté en 1880 des types normaux pour matériel roulant et particulièrement en ce qui concerne les locomotives. Nous ne nous occuperons ici que des deux types les plus importants destinés, l'un au service des trains de voyageurs, l'autre au service des marchandises sur les

grandes lignes et qui constituent en somme le fond du matériel de cette administration[1].

Le premier de ces types (fig. 163) est une locomotive à quatre roues accouplées sur l'arrière comportant un essieu porteur à l'avant. Les longerons sont intérieurs et les cylindres extérieurs. Le mécanisme de distribution est placé entre les roues dans un type, à l'extérieur dans l'autre. L'essieu d'arrière est placé sous le foyer dont le cadre est incliné vers l'avant. Dans les machines destinées à circuler sur des lignes comportant des courbes de petit rayon on donne un certain jeu à l'essieu avant.

La chaudière, timbrée à 10 kg., est à foyer Crampton avec consolidation du ciel par des tirants. La surface de grille est de 1,80 m² et la surface totale de chauffe de 91,82 m². Le corps cylindrique est formé de trois viroles

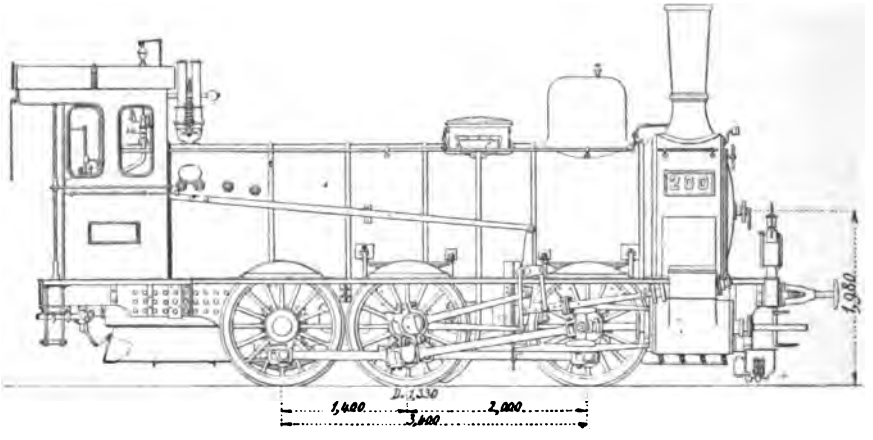


Fig. 164. — Locomotive à marchandises (type normal) de l'*État prussien*.

télescopées ; la virole arrière porte un dôme de dimensions moyennes renfermant le régulateur à tringle et tuyaux intérieurs. La boîte à fumée est en saillie sur le corps cylindrique ; sa porte est circulaire et bombée. La cheminée est en forme de tronc de cône très accentuée, la grande base se trouvant à la partie supérieure.

Les soupapes sont du type à charge directe adopté généralement par l'*État prussien* et que nous décrivons ailleurs.

Les cylindres ont 0,420 m. de diamètre et 0,560 m. de course.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,73 m. et les roues porteuses un diamètre de 1,00 m. L'empattement est de 4,40 m.

Le poids est de 33 t. environ à vide et de 37 t. en ordre de marche. Le poids adhérent est de 24,7 t. sans les appareils du frein.

Ce n'est pas, on le voit, une machine puissante, mais elle est simple,

[1] *Revue Générale des Chemins de fer*, décembre 1881.

robuste, et convient pour remorquer des trains de poids moyen à des vitesses modérées.

Il existe un second type, analogue, dans lequel les organes de la distribution sont extérieurs et disposés comme dans la machine que nous allons examiner.

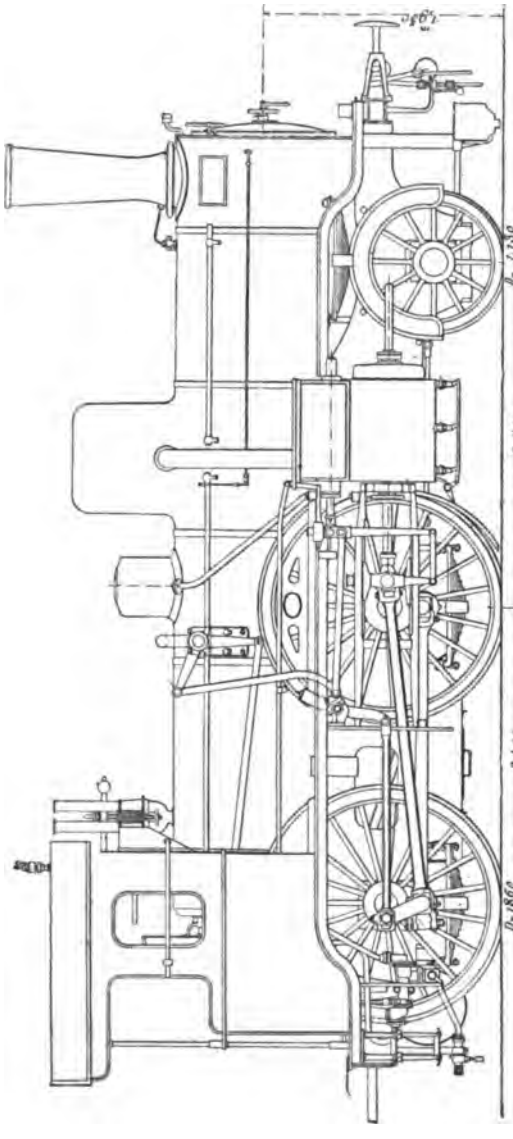


Fig. 165. — Locomotive compound, système von Borries, de l'*État prussien* (premier type).

Le second modèle, destiné au service des marchandises, est représenté figure 164 ; il se fait avec excentriques et coulisses intérieurs ou extérieurs ; nous avons choisi la machine à distribution extérieure par opposition au type donné pour la locomotive à voyageurs.

C'est, à part la disposition de la distribution (dans l'exemple choisi tout au moins), une machine du type *Bourbonnais*, mais un peu plus puissante et qui présente une grande analogie avec les locomotives à marchandises de la Compagnie de l'*Ouest* français (série 2,000).

Les trois essieux sont groupés sous le corps cylindrique ; le foyer, plus profond que dans le type précédent, se trouve en porte à faux à l'arrière. La chaudière, timbrée à 10 kg., est construite et étudiée suivant les mêmes principes que celle de la machine à voyageurs, mais elle est plus puissante. Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 1,53 m² et de 124,80 m². Le dôme est placé sur la virole avant, surtout pour des raisons de répartition.

La distribution est effectuée par des coulisses d'Allan.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont 0,450 m. de diamètre avec une course des pistons de 0,630 m. Le diamètre des roues accouplées est de 1,33 m., l'empattement ne dépassant pas 3,40 m.

Le poids à vide est de 33,20 t. environ et, en ordre de marche, de 38,60 t. L'essieu arrière, le plus chargé, porte 13,60 t.

Les deux machines sont munies d'un abri complet et très large avec

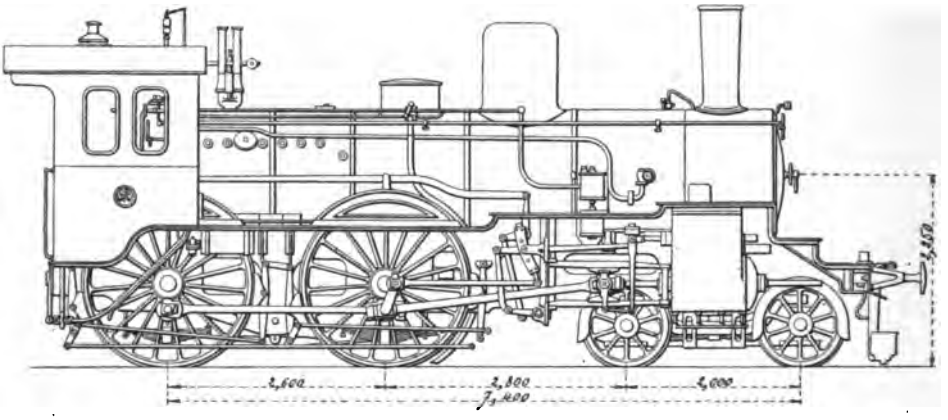


Fig. 165 (*bis*). — Locomotive compound à grande vitesse de l'*État prussien*.

baies latérales comportant deux lunettes ovales sur les côtés et deux autres lunettes rectangulaires au-dessus de la boîte à feu.

Le tender, commun à ces deux types de machines, est porté sur trois essieux ; son châssis est entièrement métallique. Les caisses sont basses et fort larges (3,00 m.) ; leur contenance est de 10,50 m³. Leur partie supérieure est inclinée sur l'avant et se termine à une certaine hauteur au-dessus de la plate-forme. Le poids en ordre de marche est de 27,60 t.

Les locomotives récentes sont munies d'un tender de plus grande capacité dont on trouvera le dessin dans un autre chapitre.

Locomotive compound à grande vitesse, à quatre roues accouplées et à bogie, des Chemins de fer de l'État prussien. — Cette machine, introduite en 1893 sur le réseau de l'*État prussien* (direction de Hanovre), est à longerons intérieurs et à cylindres extérieurs (fig. 165 *bis*).

La chaudière, timbrée à 12 kg., est en acier. Le diamètre moyen du corps cylindrique est de 1,40 m. Le foyer passe au-dessus de l'essieu accouplé arrière. La grille, inclinée, a 2,21 m². de surface.

Les tubes, au nombre de 219, ont 3,900 m. de longueur utile et 0,046 m. de diamètre intérieur. La surface de chauffe totale est de 118,84 m² dont 8,84 m² de surface directe.

Les cylindres ont respectivement 0,460 m. et 0,680 m. de diamètre ; la course des pistons est de 0,600 m. La valve de démarrage est du système von Borries.

Les deux essieux du bogie ont des ressorts latéraux ; les ressorts des

essieux moteurs sont reliés par des balanciers. Le diamètre des roues motrices est de 1,96 m. et celui des roues du bogie de 0,98 m.

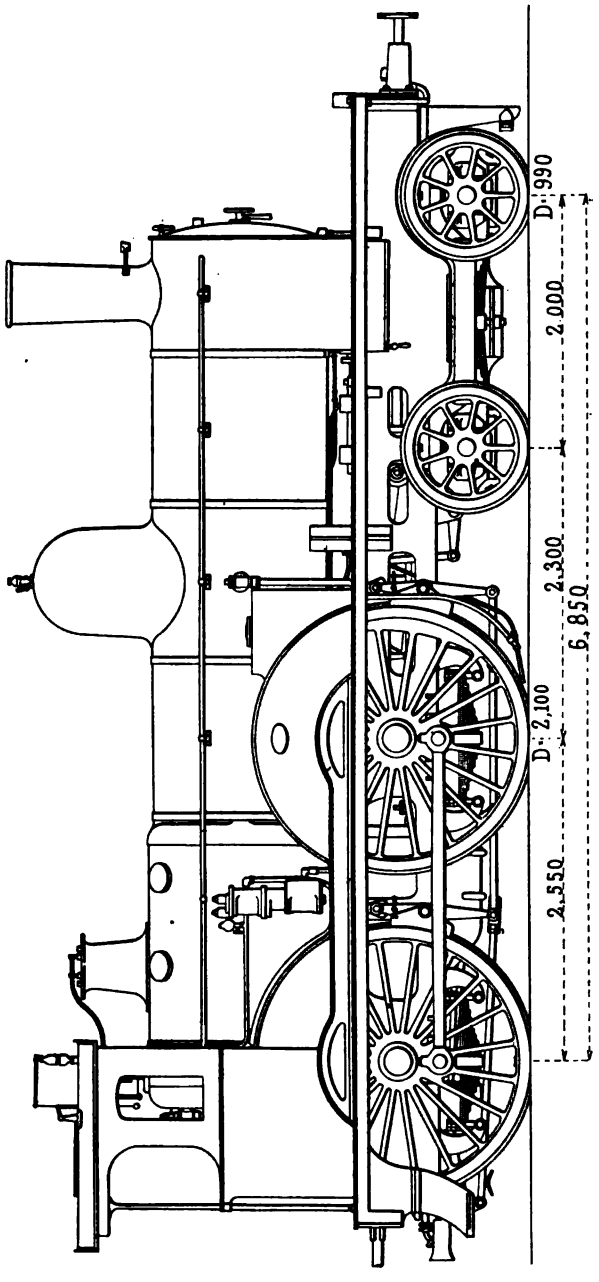


Fig. 166. — Locomotive à grande vitesse de l'*État badois* (Société alsacienne).

Les chemins de fer de l'*État prussien* possèdent une machine du même type pour trains omnibus avec roues motrices de 1.750 m. Le poids total de la locomotive express en service est de 50,07 t. dont 30 t. de poids adhérent.

Elle est accompagnée d'un tender à trois essieux d'une contenance de 15 m³ et pesant 36,84 t. en charge.

Locomotive à grande vitesse, à quatre roues accouplées et à bogie, des Chemins de fer de l'État badois. — La *Société alsacienne* a récemment construit pour l'*État badois*, sur les plans de M. de Glehn (fig. 166), des locomotives à quatre roues accouplées et à bogie, à cylindres intérieurs et égaux qui, à part la disposition des cylindres, offrent une grande analogie avec les machines express compound du Nord français. L'arrangement des mécanismes intérieurs est à peu près le même dans les deux types. Le foyer de la machine badoise passe au-dessus de l'essieu accouplé.

Les conditions principales d'établissement sont résumées ci-après :

Surface de grille	2,06 m²
— de chauffe totale	113,80 —
Timbre	12,00 kg.
Diamètre moyen de la chaudière	1,270 m.
Nombre de tubes	214
Longueur des tubes entre plaques	3,800 m.
Diamètre des cylindres	0,460 —
Course des pistons	0,600 —
Diamètre des roues accouplées	2,100 —
Empattement total	6,850 —
— fixe	2,550 —
Poids total en service	43,80 t.
— adhérent —	28,20 —

Cette locomotive est accompagnée par un tender à trois essieux d'une contenance de 13,50 m³.

Locomotive express, à quatre roues accouplées et à bogie, avec chaudière Lentz, des Chemins de fer de l'État prussien (Direction de la rive gauche du

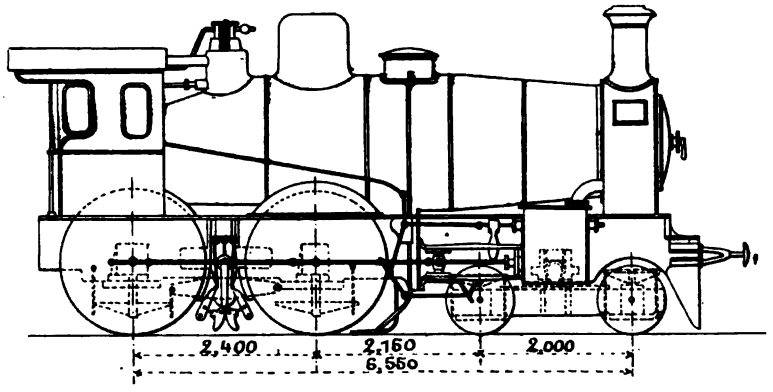


Fig. 167. — Locomotive à grande vitesse, avec chaudière Lenz, de l'*État prussien*.

Rhin[1]). — La figure 167 représente une locomotive à quatre roues accouplées et à bogie munie d'une chaudière Lentz construite en 1892 pour le service des trains express sur les lignes de la direction de Cologne (*État prussien*). Les cylindres extérieurs et horizontaux, de 0,430 m. de diamètre, sont placés dans l'axe transversal du bogie, la course des pistons est de 0,610 m.; les tiroirs sont actionnés par un mécanisme de distribution extérieur du système Joy.

La chaudière, du type Lentz, timbrée à 14 kg., est formée de trois viroles de 3 mm. d'épaisseur; celle du milieu, qui est cylindrique, a un diamètre de 1,650 m.; celles d'avant et d'arrière sont tronconiques et ont un diamètre de 1,250 m. et de 1,260 m. à la partie extrême; la virole d'arrière est, de

[1] *Revue Générale des Chemins de fer*, avril 1894.

plus, inclinée sur l'axe de la chaudière. Il n'y a pas de rivures longitudinales : les tôles sont soudées.

Le foyer, en tôle ondulée, occupe la virole d'arrière et la plus grande partie de celle du milieu; il a un diamètre intérieur de 1,100 m. et un diamètre extérieur de 1,200 m. La grille, horizontale, repose à l'avant sur un autel en fonte enveloppé de briques réfractaires, qui est précédé d'une chambre de combustion où les gaz achèvent de se brûler. La plaque tubulaire de la boîte à feu devant supporter tout l'effort de la dilatation de cette boîte à feu et des tubes, on ne lui a donné qu'une épaisseur de 13 mm.

Le bogie est semblable à celui des locomotives express des chemins de fer italiens de la Méditerranée. Le pivot et la pièce qui repose sur lui sont en acier fondu ; des ressorts en spirale, placés de chaque côté du bogie, s'opposent au mouvement de roulis de l'avant de la machine, et des balanciers inclinés permettent le déplacement latéral du bogie.

L'empattement total est de 6,55 m., l'écartement des essieux accouplés étant de 2,40 m. et celui des essieux du truck de 2,00 m.

Le poids de la machine en service est 51 500 kg., dont 30 000 kg. de poids adhérent.

Le tender contient 15 000 lit. d'eau et 5 000 kg. de combustible.

Locomotive express, à quatre roues accouplées, des Chemins de fer de l'Etat bavarois[1]. — L'administration des chemins de fer de l'*Etat bavarois*

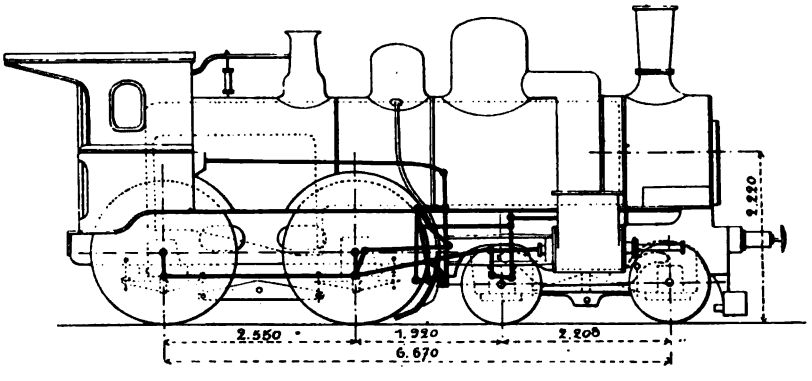


Fig. 168. — Locomotive à grande vitesse de l'*État bavarois*.

a fait construire, depuis 1891, un certain nombre de locomotives express, à quatre roues accouplées sur l'arrière, avec bogie à l'avant (fig. 168). Les cylindres, extérieurs ainsi que la distribution, ont 0,430 m. de diamètre, et leur écartement, d'axe en axe, est de 2,030 m. ; les pistons ont 0,610 m. de course ; la distribution est du type Walschaërt.

[1] *Revue Générale des Chemins de fer*, avril 1894.

La chaudière, en tôle de fer et timbrée à 12 kg., est formée de trois viroles dont le diamètre moyen est de 1,40 m. ; les rivures transversales et longitudinales sont à deux rangs de rivets. La hauteur de l'axe de la chaudière, au-dessus des rails, est de 2,220 m.

Le foyer, en cuivre, passe au-dessus de l'essieu arrière ; la boîte à feu extérieure est réunie au ciel de foyer au moyen de tirants rivés à la partie extérieure de l'enveloppe. Les tubes, en fer, au nombre de 218, ont 3,900 m. de longueur entre plaques ; le foyer est muni d'une voûte ainsi que d'un déflecteur placé au-dessus de la porte, dans laquelle sont ménagées des ouvertures permettant l'accès de l'air.

La prise de vapeur se fait dans un dôme placé sur la deuxième virole du corps cylindrique, au moyen d'un régulateur à double tiroir. La boîte à fumée est munie d'un pare-étincelles ; le tuyau d'échappement est du type annulaire Adams.

Les longerons sont resserrés sur l'avant afin de permettre le déplacement latéral du bogie qui est disposé comme celui des locomotives du *South Eastern Ry*, dont nous parlons ailleurs.

L'empattement total est de 6,67 m., l'écartement des essieux accouplés étant de 2,55 m. et celui des essieux du truck de 2,20 m.

Le poids total de la machine en service est de 49,70 t. dont 28 t. de poids adhérent.

Le tender, à trois essieux, peut contenir 12 000 lit. d'eau et 6 000 kg. de combustible. Son poids total est de 32 t.

Les dernières machines de ce type sont du système compound à deux cylindres, la valve de démarrage est du type *Maffei*. Les dernières construites ont été munies de tiroirs équilibrés de l'*American Balance Valve C°*. Elles offrent les dimensions principales ci-après :

Surface de grille		2,20 m²
— de chauffe totale		119,60 —
Timbre		13,00 kg
Diamètre extérieur du corps cylindrique		1,385 m.
Nombre de tubes		226
Diamètre des cylindres	H. P.	0,455 m.
	B. P.	0,670 —
Course commune		0,610 —
Diamètre des roues accouplées		1,860 —
Poids total en service		52,80 t.
— adhérent --		28,30 —

Locomotive express compound, à quatre roues accouplées et à bogie des Chemins de fer de l'Etat saxon. — Cette machine (fig. 169), mise en service en 1891 sur les lignes des chemins de fer de l'*Etat saxon*, est du système compound à deux cylindres. Les premières locomotives de ce type étaient à

cylindres égaux de 0,440 m. × 0,600 m. La chaudière est en acier et timbrée à 10 kg. Les tôles du corps cylindrique ont 15 mm. d'épaisseur.

Le corps cylindrique, du diamètre moyen de 1,335 m. et dont l'axe est situé à 2,250 m. au-dessus du niveau des rails, renferme 224 tubes de 4,025 m. de longueur utile et de 0,045 de diamètre. Le foyer, qui passe au-dessus de l'essieu accouplé arrière, a 2,20 m. de longueur intérieure. La grille inclinée a 2,30 m² de surface. La surface de chauffe totale est de 124 m².

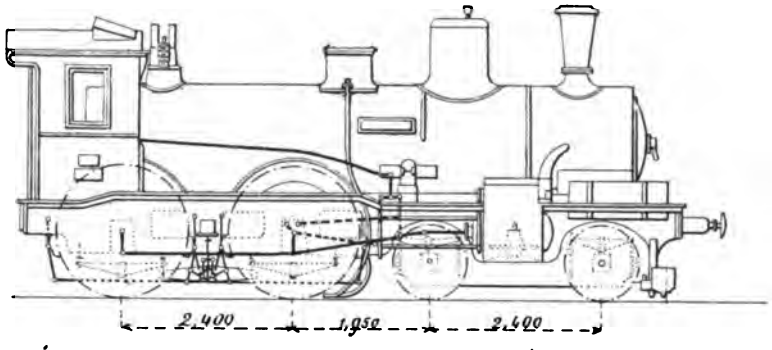


Fig. 169. — Locomotive à grande vitesse de l'*État saxon*.

Cylindres extérieurs ; coulisses droites, intérieures, actionnant les tiroirs au moyen d'un arbre de renvoi.

Les roues motrices ont un diamètre de 1,875 m. Les roues du bogie ont 1,035 m. de diamètre ; l'axe de ce dernier est situé très en deçà de celui de la cheminée.

L'empattement total de la machine est de 6,75 m. ; l'écartement des essieux accouplés et celui des essieux du bogie étant de 2,40 m. L'abri est muni de fenêtres latérales.

Le poids total de la machine en ordre de marche est de 49 400 kg. dont 28 000 kg. de poids adhérent.

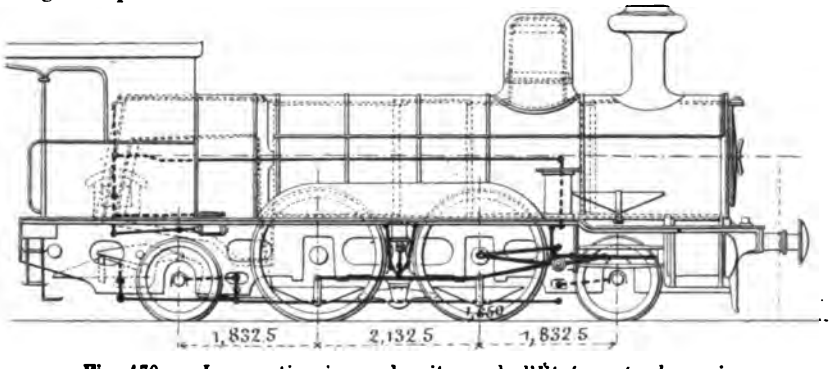


Fig. 170. — Locomotive à grande vitesse de l'*État wurtembergeois*.

Locomotive express à quatre essieux dont deux accouplés des Chemins de fer de l'État wurtembergeois. — Les chemins de fer de l'*État wurtembergeois* possèdent un certain nombre de machines express à quatre roues accouplées étudiées en vue de remorquer des trains de 150 t. à la vitesse de 60 km. à l'heure sur des rampes continues de 10 mm. par mètre (fig. 170).

Le châssis est intérieur et la machine repose sur deux essieux moteurs accouplés intercalés entre deux essieux porteurs, placés l'un à l'avant, l'autre à l'arrière au-dessous du foyer. Ces deux essieux porteurs sont radiaux, ce qui permet la circulation de ces machines dans des courbes de 150 m. de rayon.

L'appareil moteur se compose de trois cylindres égaux qui peuvent fonctionner soit suivant le mode compound, soit à la manière ordinaire. A cet effet une boîte de distribution recevant directement la vapeur de la chaudière est placée au-dessus du cylindre médian.

Les cylindres extérieurs sont munis de la distribution Allan, le cylindre médian comporte une distribution Walschaërt, ces trois cylindres agissent sur le même essieu; la course des pistons des trois cylindres est de 0,560 m.

La chaudière en acier doux est timbrée à 12 kg. ; le diamètre moyen du corps cylindrique est de 1,500 m., la hauteur de son axe au-dessus des rails est de 2,150 m.

Le ciel du foyer est consolidé au moyen d'entretoises. La surface de chauffe totale est de 148 m² dont 9,60 m² de surface directe; celle de la grille est de 2 m².

La chaudière est prolongée à l'avant, par une boîte à fumée de 1,80 m. de longueur.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,65 m. et les roues portantes un diamètre de 1,045 m.

L'empattement total est de 5,800 m. l'écartement des essieux couplés étant de 2,135.

Le poids total de la locomotive en service est de 54,20 t. dont 27,60 t. de poids adhérent.

Locomotive compound à six roues accouplées et à bogie pour trains mixtes. — Cette machine (fig. 171), présentée par la maison Maffei de Münich à l'Exposition de Nuremberg en 1896 a remorqué des trains de 300 t. à la vitesse de 50 km. à l'heure sur une rampe de 10 mm. par mètre; elle comporte six roues accouplées de 1,64 m. de diamètre et repose à l'avant sur un bogie dont les roues ont 0,85 m. de diamètre. Les longerons sont intérieurs pour la machine et pour le truck. La chaudière renferme 194 tubes de 4,100 m. de longueur et le foyer passe au-dessus des deux essieux arrière. L'axe de la chaudière est situé à 2,450 m. au-dessus du niveau du rail, ce qui donne à la machine un très bel aspect.

La chaudière, qui est timbrée à 13 kg., est constituée par trois viroles dont la plus petite, placée au milieu, a un diamètre intérieur de 1,418 m. Le dôme, qui renferme un régulateur à soupape équilibrée, est monté sur la virole arrière; l'embase des soupapes de sûreté est placée sur l'enveloppe de boîte à feu. Les joints longitudinaux du corps cylindrique sont à double rangée de rivets.

Le foyer, très long mais d'assez faible hauteur, a sa plaque arrière inclinée vers l'avant ; la grille a une longueur de 2,61 m. et 2,50 m² de surface.

Les tubes, au nombre de 194, ont 4,100 m. de longueur utile et un diamètre extérieur de 52 mm.

La surface de chauffe totale est de 128,50 m² dont 9,80 m² de surface directe.

La boîte à fumée, montée en prolongement du corps cylindrique, a 1,701 m. de longueur ; elle est fermée par une porte ronde avec fermeture au centre. La cheminée, légèrement tronconique, est de faible hauteur.

Les cylindres à basse pression placés extérieurement ont 0,610 m. de diamètre ; ils attaquent l'essieu accouplé du milieu, au moyen de manivelles calées à 180°. Les cylindres à haute pression placés entre les longerons sous

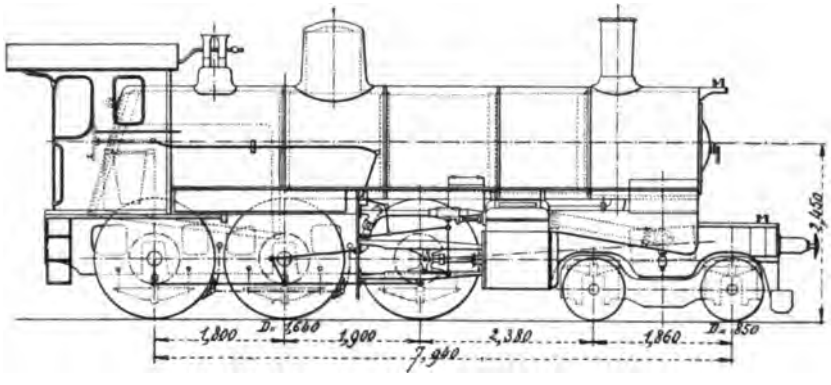


Fig. 171. — Locomotive compound pour trains rapides et lourds construite par les ateliers Maffei.

la boîte à fumée ont 0,380 m. de diamètre, ils commandent le premier essieu accouplé au moyen d'un essieu coudé en acier Krupp au nickel, dont les manivelles sont calées à 90°. La course commune des tiroirs des quatre cylindres est de 0,660 m. La distribution des deux groupes de cylindres est du système Walschaërt ; le rapport des volumes est de 2,578. L'admission aux petits cylindres peut varier de 20 à 73 p. 100. Les tiroirs équilibrés sont du type américain (*American Balance Slide Valve*). La valve de démarrage fixé sur la boîte à vapeur des cylindres à haute pression est disposée de manière que le régime compound s'établisse automatiquement quand l'admission aux petits cylindres atteint 65 p. 100. La pression de la vapeur dans le réservoir intermédiaire est limitée à 6 kg. par une soupape de sûreté.

La machine est munie d'une sablière Gresham, fonctionnant au moyen de l'air comprimé emprunté au réservoir, et d'un indicateur de vitesse, électrique, système Siemens et Halske.

L'empattement total est de 7,940 m., l'écartement des essieux accouplés extrêmes étant de 3,700 m. et celui des essieux du bogie de 1,860 m. Le

poids total de la machine en ordre de marche est de 58,50 t. dont 42 t. de poids adhérent.

Locomotive à six roues accouplées et à bogie des Chemins de fer de l'Etat badois. — L'administration des chemins de fer de l'*Etat badois* a fait construire sur les plans de M. de Glehn un type de locomotive compound à six roues accouplées et à bogie, qui a servi de modèle aux puissantes locomotives de montagne des chemins de fer du *Midi* français. Cette machine, spécialement affectée au service de la ligne dite de la Forêt-Noire, qui présente des rampes nombreuses de 18 à 20 mm. et des courbes fréquentes de 285 à 300 m. de rayon, comporte deux cylindres à haute pression de 0,350 m. de diamètre et deux cylindres à basse pression de 0,550 m. de diamètre. Le mode de fonctionnement est le même que dans les locomotives compound de la Compagnie du *Nord;* sa course commune est de 0,640 m. Les distributions intérieures et extérieures sont du système Walschaërt avec relevage indépendant au moyen de deux vis situées dans le prolongement l'une de l'autre mais actionnées par le même volant. La chaudière, timbrée à 12 kg., a un diamètre moyen de 1,430 m. ; la hauteur de l'axe du corps cylindrique au-dessus des rails est de 2,040 m. Les tubes, au nombre de 191, ont 4,250 m. de longueur. La surface de chauffe est de 128,42 m² dont 11,15 m² de surface directe ; la surface de grille est de 2,10 m².

Le dôme de prise de vapeur est situé vers le milieu du corps cylindrique.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,60 m. et celles du bogie un diamètre de 0,85 m. L'empattement total est de 7,45 m., l'écartement extrême des essieux accouplés étant de 3,60 m. et celui des essieux du truck de 1,90 m. Le poids de la machine en charge est de 50,50 t. dont 40,20 t. sur les roues accouplées. Le tender à six roues pèse environ 30 t. en charge.

Locomotive-tender à quatre roues accouplées des Chemins de fer de l'Etat prussien. — L'administration des chemins de fer de l'*Etat prussien* a fait construire pour la traction des trains de banlieue un certain nombre de machines-tenders, à huit roues dont quatre accouplées, à cylindres extérieurs et à châssis intérieurs. Les roues motrices, qui ont 1,60 m. de diamètre au contact sont placées entre deux paires de roues porteuses de 1,00 m. de diamètre ; l'empattement total est de 6,80 m., mais l'empattement fixe n'est que de 2,00 m. Les essieux accouplés passent sous le corps cylindrique et l'essieu arrière est situé immédiatement à l'avant de la boîte à feu ; l'essieu porteur avant passe sous la boîte à fumée, l'essieu arrière sous la plate-forme ; ces deux derniers essieux ont des boîtes radiales système Adams avec glissières courbes et rappels par des ressorts.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont 0,420 m. de diamètre; ils sont placés entre les roues accouplées et l'essieu porteur avant ; ils sont sur-

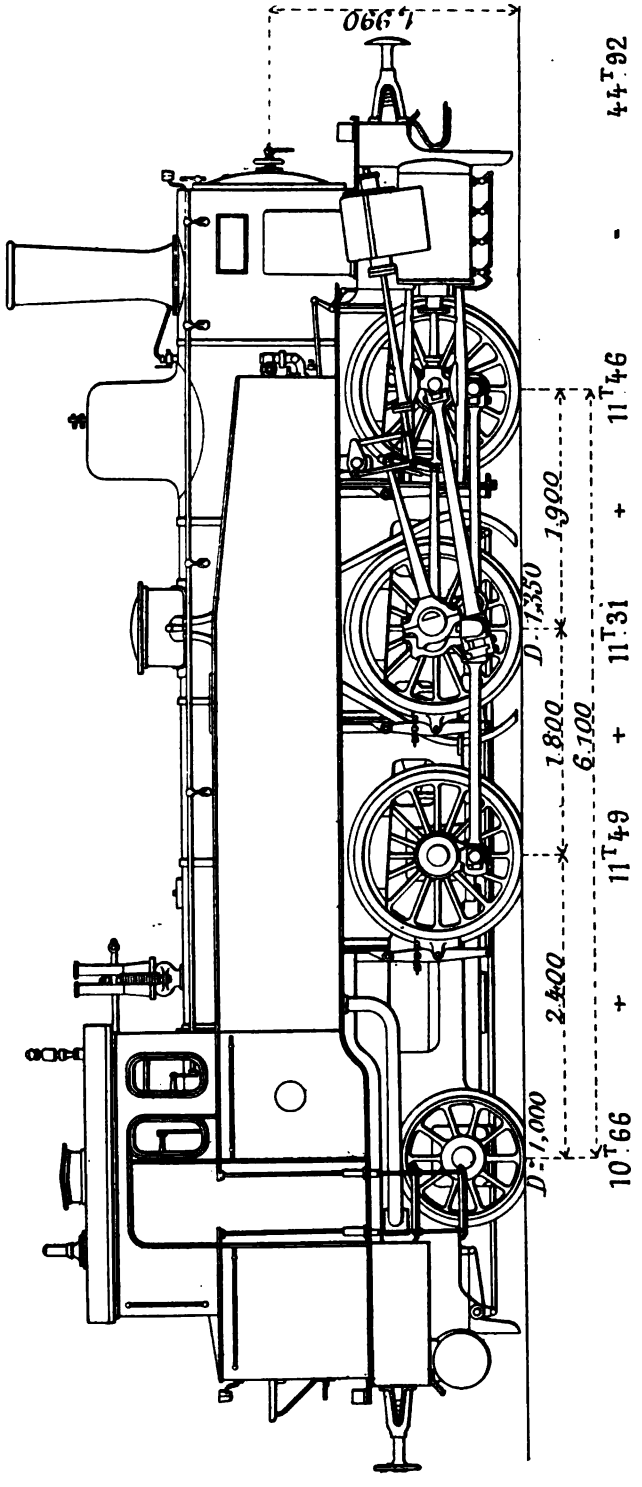


Fig. 172. — Locomotive-tender à marchandises à six roues accouplées et essieu radial des *Chemins de fer de l'État prussien.*

montés de leurs boîtes à tiroirs. La distribution est du système Walschaërt, la bielle motrice attaque l'essieu placé immédiatement à l'avant du foyer.

La chaudière, timbrée à 12 kg., est formée de trois viroles dont le diamètre minimum intérieur est de 1,216 m. Le foyer Crampton profond plonge entre l'essieu moteur et l'essieu porteur arrière. Le corps cylindrique renferme 170 tubes de 4,00 m. de longueur utile. La surface de chauffe totale est de 94,75 m² dont 6,65 m² de surface directe. La grille, horizontale, a une surface de 1,60 m². La boîte à fumée, prolongée sur l'avant, a 1,250 m. de longueur.

Il n'y a pas de dôme, la prise de vapeur se fait au moyen d'un tuyau crépiné et d'un régulateur genre Crampton à tringle de manœuvre extérieure.

Les soupapes à charge directe sont placées au-dessus du foyer.

Les caisses à eau peuvent contenir 5 500 l.; elles sont placées entre les longerons, sous la chaudière, et comportent au

droit des essieux accouplés des évidements qui permettent de lever la machine sans démonter ces caisses.

La soute à charbon, qui peut contenir 1 600 kg. de combustible, est placée à l'arrière de la plate-forme que recouvre un abri très complet fermé sur le côté. La machine pèse 52 200 kg. en service; le poids adhérent est de 26 770 kg.

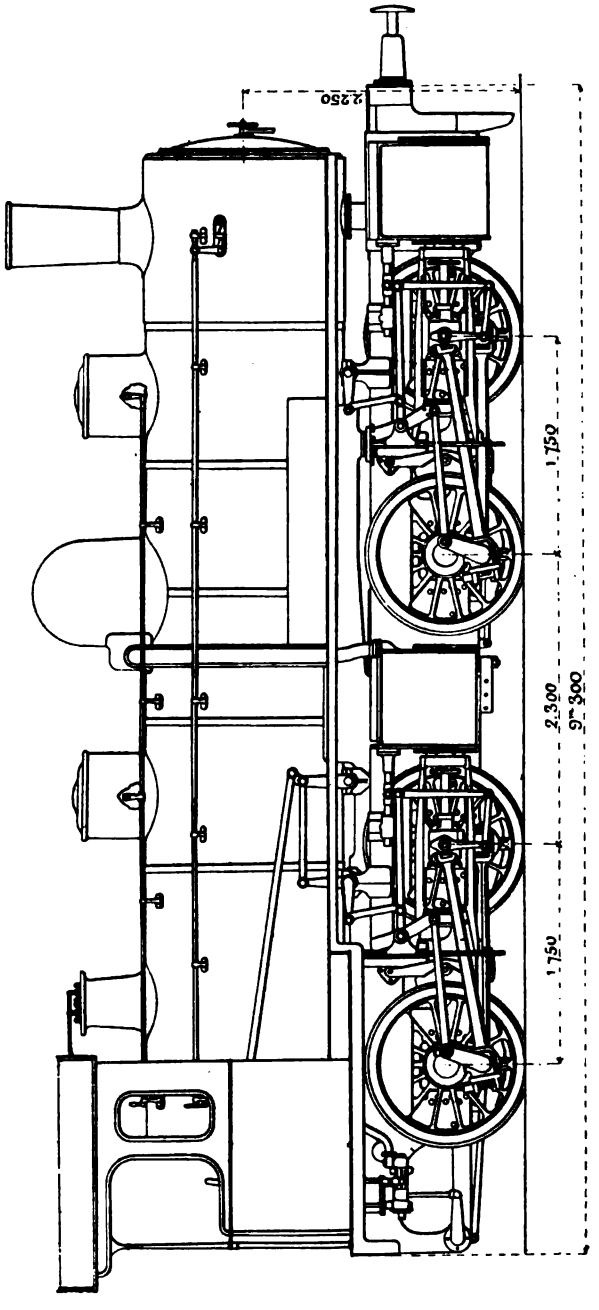


Fig. 173. — Locomotive compound articulée, système *Mallet*, des *Chemins de fer de l'État badois.*

Locomotive-tender à quatre essieux, dont trois accouplés des Chemins de fer de l'Etat prussien. — Cette administration a récemment mis en service des locomotives-tenders (fig. 172), destinées surtout au service des marchandises, comportant trois paires de roues accouplées sur l'avant et un essieu porteur, radial, placé à l'arrière.

Le diamètre des roues accouplées est de 1,35 m.; l'empattement total est de 6,10 m.; le poids à vide est de 45 t.

Locomotives compound articulées, système Mallet, des Chemins de fer de l'Etat prussien, de l'Etat badois, de l'Etat bavarois et du Palatinat. — Les chemins de fer de l'*Etat prussien* (direction de Cologne) emploient, depuis 1894, des machines compound articulées, système Mallet, à tender séparé, pour la traction des trains de combustibles, sur les lignes de la Moselle, entre le bassin de la Ruhr, le Luxembourg et la Lorraine (fig. 173).

Ces machines ont remplacé les locomotives à six roues accouplées, de 38 t., qui remorquaient les mêmes trains en double traction. Elles sont entièrement semblables, comme principe, aux locomotives du même système, à voie de 1,00 m. des *Chemins de fer départementaux ;* il en est de même des locomotives Mallet de l'*Etat badois*. Le tableau de dimensions suivant fournit les données principales de ces machines, qui ont pu remorquer des trains de 724 t., machine et tender compris (poids remorqué 640 t., sur 89 essieux), à la vitesse de 34 km. à l'heure, sur la ligne de Coblentz à Trèves, offant des déclivités de 0,010 m. par mètre ; les anciennes machines à six roues couplées, de 38 t., ne pouvaient remorquer, dans ces conditions, que 52 essieux (416 t.).

Les chemins de fer de l'*Etat bavarois* et ceux du *Palatinat* ont fait construire, pour essai, deux machines Mallet semblables[1], mais plus puissantes (voir le tableau ci-dessous). Le timbre de la chaudière a été porté à 14 kg. La plaque arrière de foyer et la porte de boîte à fumée sont inclinées, afin de diminuer le poids de la machine.

La distribution est du même système pour les deux groupes de cylindres. Le réservoir intermédiaire est muni de soupapes qui limitent la pression à 6,5 kg. Les grands cylindres sont reliés au réservoir intermédiaire par un tuyau articulé, avec joint à ressort.

La machine est munie du frein Westinghouse, de deux sablières et d'un indicateur de vitesse.

Le tableau suivant donne les principaux éléments de ces machines :

	CHEMINS DE FER de l'Etat prussien. (Direction de Cologne).	CHEMINS DE FER de l'Etat bavarois.	CHEMINS DE FER de l'Etat bavarois et chemins de fer du Palatinat.
Diamètre des cylindres	0,400-0,600 m.	0,320-0,600 m.	0,415-0,635 m.
Course des pistons	0,600 m.	0,600 m.	0,630 m
Rapport des volumes des cylindres	2,25	2,36	2,34
Timbre de la chaudière	12 kg.-cm²	13 kg.-cm²	14 kg.-cm².
Nombre de tubes	218	»	192
Longueur des tubes entre plaques	4,30 m.	»	4,085 m.
Diamètre extérieur des tubes	0,045 m.	»	0,046 m.
Surface de chauffe directe	10,05 m².	10,36 m².	9 m².
— des tubes	132,11 m².	127,55 m².	113,40 m².
— totale	142,16 m².	137,91 m².	122,40 m².
Surface de grille	1,95 m².	1,96 m².	2,072 m².
Diamètre des roues	1,260 m.	1,260 m.	1,330 m.
Ecartement des essieux de chaque truck	1,750 m.	1,750 m.	1,730 m.
Empattement total	5,800 m.	5,800 m.	5,905 m.
Poids à vide	49300 kg.	50200 kg.	50600 kg.
Poids en service	54400 kg.	56150 kg.	56180 kg.

Locomotive-tender à quatre essieux dont trois accouplés des Chemins de fer

[1] Voir le *Zeitschrift des Vereines der Deutscher Ingenieure*, du 20 février 1897.

de l'État bavarois. — Cette machine, qui sert à la fois comme machine de gare et de banlieue, comporte trois essieux accouplés et un essieu porteur à l'arrière. L'essieu accouplé arrière et l'essieu porteur font partie d'un bogie dont le pivot est situé à 1,500 m. en arrière du premier de ces essieux (jeu latéral total 0,060 m.) et à 0,600 m. en avant du second. Grâce à ce dispositif la machine peut circuler dans des courbes de 120 m. de rayon malgré un empattement total de 4,900 m.

Afin d'éviter de faire passer les tiges des ressorts de suspension dans les caisses à eau auxiliaires placées entre les longerons, on a disposé les ressorts des trois essieux accouplés extérieurement au châssis. Les tiges de suspension du dernier essieu accouplé sont reliées à un balancier transversal placé au-dessus des roues.

L'essieu arrière est chargé au moyen d'une tige de suspension médiane et d'un fort ressort transversal. Les ressorts des deux essieux accouplés antérieurs sont reliés par un balancier longitudinal ; ils transmettent directement la charge aux boîtes d'essieux au moyen de tiges de pression passant entre les longerons et les roues.

Cette machine est munie de deux sablières à vapeur en avant de la première paire de roues et en arrière de la seconde, d'un appareil pour le graissage des bandages des essieux extrêmes, d'un dispositif pour le lavage des rails, d'un indicateur de vitesse et des appareils pour le chauffage des trains au moyen de la vapeur empruntée à la chaudière.

Les données principales de cette machine sont les suivantes :

Diamètre des cylindres	0,375 m.
Course des pistons	0,508 —
Diamètre des roues motrices	0,996 —
— — porteuses	0,790 —
Timbre de la chaudière	12,00 kg
Nombre de tubes	138
Diamètre des tubes	0,400 à 0,450 m.
Longueur des tubes entre plaques	3,600 m.
Surface de chauffe directe	67,70 m²
— — des tubes	62,44 —
— — totale	5,26 —
— de grille	1,30 —
Approvisionnement d'eau	4300 lit.
— de combustible	1800 kg.
Poids à vide	30,300 —
— en charge	39,050 —
— adhérent	31,050 —

Nouveaux types de locomotives à marchandises de l'État prussien. — Cette administration a, dans ces dernières années, mis en service plusieurs nouveaux types de locomotives à marchandises.

La figure 174 représente une machine Mogul pesant environ 42 t. à vide, et la figure 175 une machine à huit roues accouplées pesant 41 t. à vide.

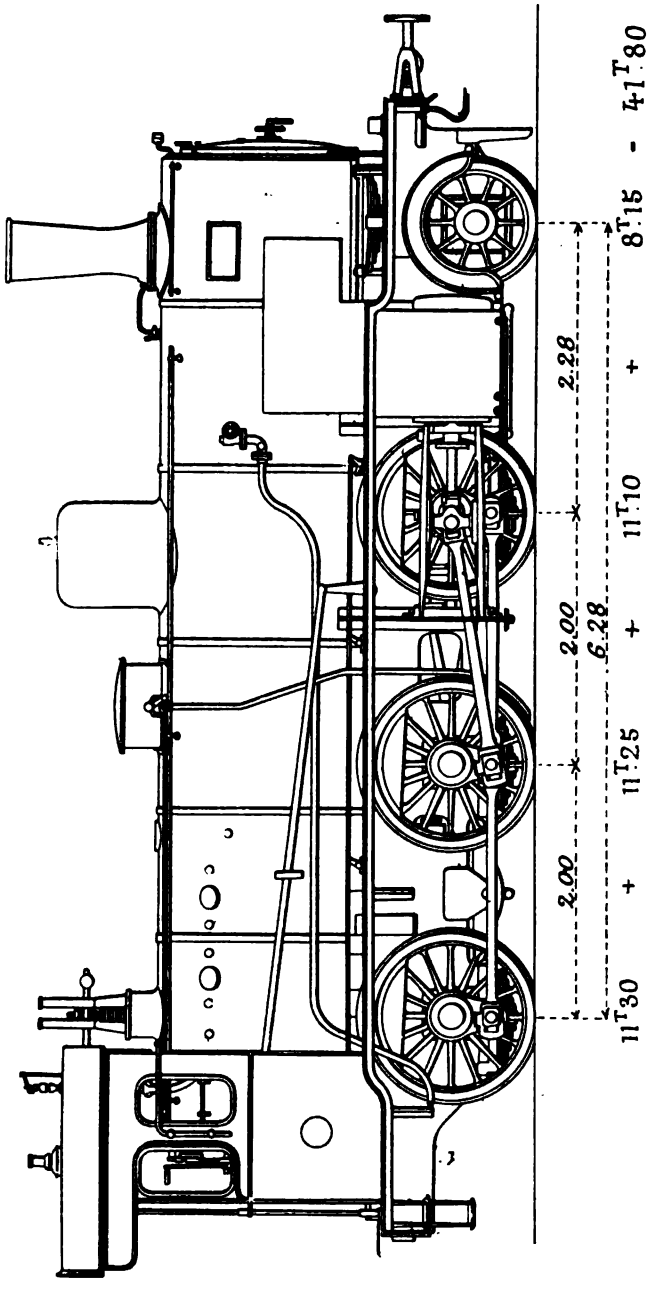


Fig. 174. — Locomotive du type *Mogul* de l'*État prussien*.

Un certain nombre de locomotives à huit roues accouplées et à bissel, imitées du type américain *Consolidation*, sont du système compound à deux cylindres avec tiroir de mise en marche von Borries (fig. 176); elles sont destinées au service des marchandises sur les lignes du réseau qui comprennent de longues rampes de 4 à 10 mm.; leur poids en service est de 56,70 t. dont 50,55 t. de poids adhérent.

Dans leurs grandes lignes, ces locomotives sont peu différentes des locomotives à huit roues accouplées et à adhérence totale.

Le corps cylindrique, dont l'axe est situé à 2,300 m. au-dessus du niveau des rails, a un diamètre moyen de 1,600 m.; il renferme 235 tubes de 4,100 m. de longueur. Le timbre est de 12 kg. Le foyer qui passe au-dessus de l'essieu arrière a 2,20 m. de longueur intérieure. La surface de chauffe totale est de 144 m². La grille a une surface de 2,38 m².

Les cylindres, extérieurs, sont inclinés de 1/20; les boîtes à tiroirs sont

placées à l'intérieur des longerons qui sont intérieurs. Ils ont 0,530 m. et 0,750 m. de diamètre ; la course commune des pistons est de 0,630 m. ; ils commandent le troisième essieu accouplé. Les quatre essieux accouplés sont à peu près également espacés ; l'empattement rigide de la machine est de 4,10 m. et l'empattement total de 6,30 m., le bissel est placé à l'avant des cylindres. Les roues accouplées ont 1,250 m. de diamètre. Les ressorts des roues accouplées, réunis deux par deux au moyen de balanciers longitudinaux, sont placés au-dessous des boîtes.

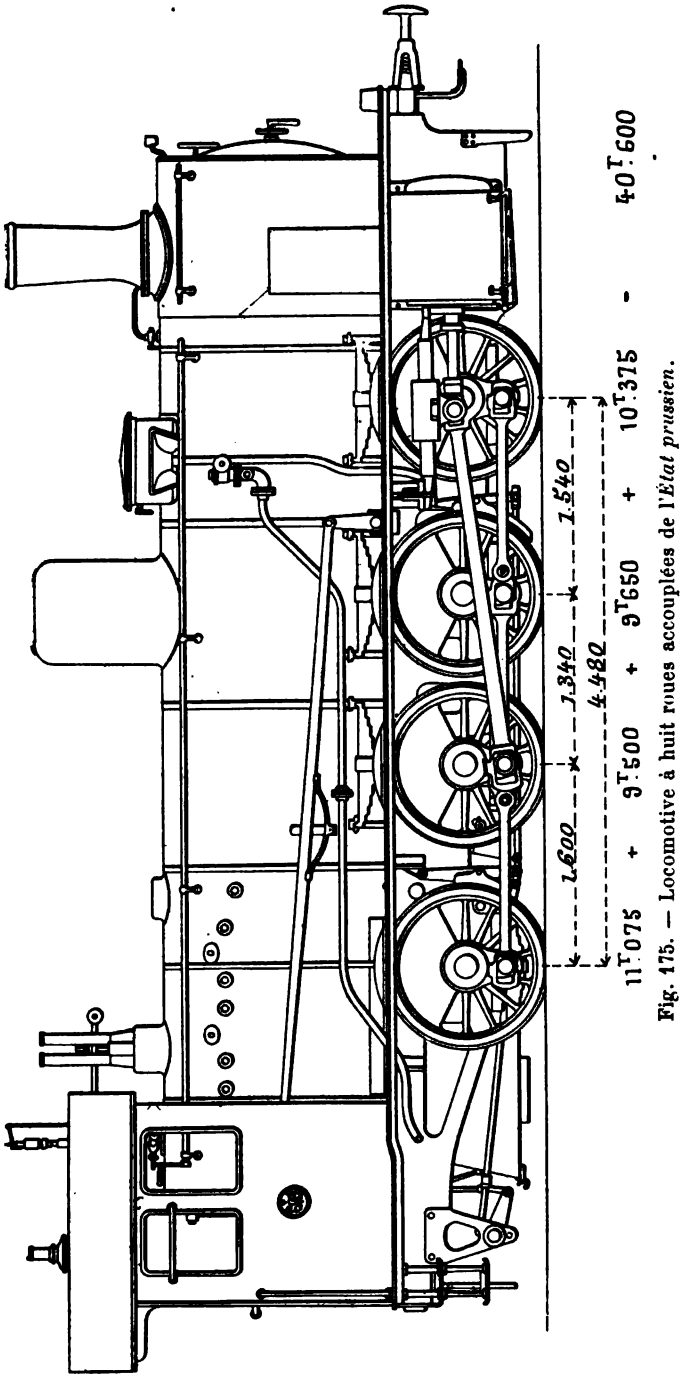


Fig. 175. — Locomotive à huit roues accouplées de l'*État prussien*.

Locomotive compound, à quatre cylindres tandem et à cinq essieux dont quatre accouplés, classe El des Chemins de fer de l'État bavarois[1]. — Cette machine est destinée à la traction des trains de marchandises ; elle a pu remorquer facilement sur une rampe de 15 mm. par mètre un train de 48 wagons vides, représentant 97 essieux et 464 t. non compris un tender à trois essieux pesant 35,25 t.

[1] Voir le *Zeitschrift des Vereines der Deutscher Ingenieure.*

La chaudière, timbrée à 13,5 kg., est en tôle d'acier doux Martin de 0,018 m. Le foyer est également en tôle d'acier Martin Siemens (36 à 42 kg. de résistance et 22 p. 100 d'allongement).

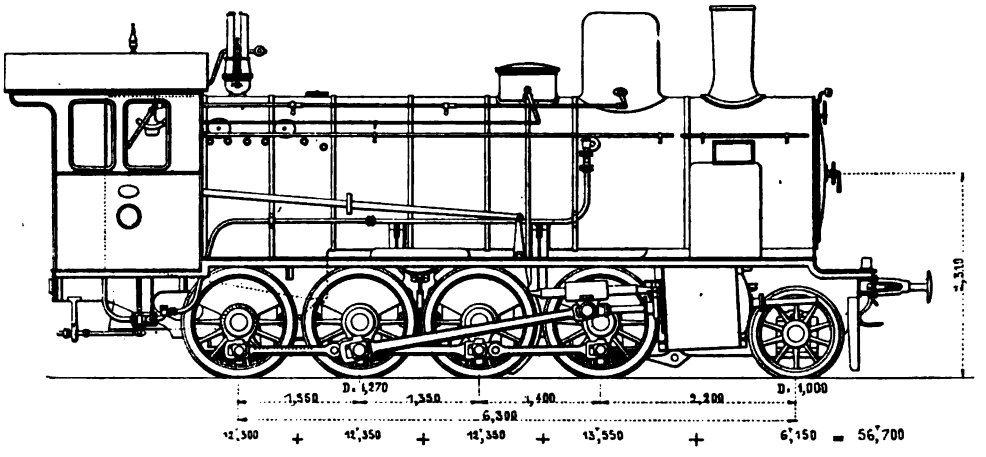


Fig. 176. — Locomotive compound, du type *Consolidation*, de l'*État prussien*.

Le corps cylindrique est formé de trois viroles; les viroles extrêmes, de même diamètre, sont reliées par une virole médiane dont le diamètre intérieur est de 1,600. Le dôme est monté sur la virole d'avant.

La surface de chauffe totale est de 160,21 m². dont 11,30 m² de surface directe.

La grille est inclinée et a 2,42 m² de surface.

Les tubes, au nombre de 229, ont une longueur utile de 4,500 m. et un diamètre extérieur de 52 mm.

La hauteur de l'axe du corps cylindrique, au-dessus du niveau du rail, est de 2,237 m.

La boîte à fumée, montée en prolongement du corps cylindrique, a une longueur intérieure de 1,560 m.; elle est fermée par une porte à double battant.

Les cylindres sont montés en tandem à l'extérieur des longerons, dans une position légèrement inclinée; leurs diamètres sont de 0,400 m. et de 0,710 m. L'écartement des deux groupes de cylindres d'axe en axe est de 2,060 m. Les pistons sont en acier moulé; leur course commune est de 0,560 m.

Les tiroirs équilibrés, doublement inclinés, sont montés au-dessus des cylindres.

La distribution est du système Walschaërt. Le relevage est commandé par un changement de marche à vis.

L'essieu porteur et le premier essieu accouplé font partie d'un bogie spécial dont le pivot est situé à hauteur des cylindres, à 1,20 m. en arrière de l'essieu porteur et à 1,50 m. en avant du premier essieu accouplé. Grâce à ce dispositif, ce dernier essieu est susceptible d'un jeu latéral de 27 mm. de chaque

côté ; et, bien que l'empattement rigide des trois essieux postérieurs soit de 2,80 m., la machine peut circuler dans des courbes de 180 m. de rayon, et dans celles de 120 m. (avec surécartement de 40 mm.) qui donnent accès aux plaques tournantes du dépôt de Munich.

La valve de démarrage consiste en un simple robinet, placé en dehors du cylindre, que le mécanicien ouvre ou ferme de sa plate-forme, et en un tuyau qui relie les deux lumières d'admission du double cylindre.

Le diamètre des roues motrices est de 1,160 m. et celui des roues porteuses est de 0,996 m.

Le poids de la machine en ordre de marche est de 65,75 t. dont 55,95 t. de poids adhérent ; elle est munie du frein Westinghouse agissant sur les deux essieux arrière.

Le tender, à six roues, pèse 35,25 t.

Une machine du même système que celle des chemins de fer de l'*État bavarois* a été construite également par la maison Krauss, de Munich, pour les chemins de fer du *Palatinat*. La distribution est du système Walschaërt avec excentrique intérieur ; elle est munie du frein Schleifer. Son poids en service est de 62,00 t. Elle a pu remorquer un train de 980 t. non compris un tender de 28,00 t. sur une rampe de 7 mm. par mètre.

AUTRICHE-HONGRIE

49. Les chemins de fer de l'Autriche-Hongrie ont été tout d'abord exploités par des Compagnies privées, mais les réseaux d'État se sont peu à peu formés, soit par rachats, soit par constructions neuves.

1° *Autriche.* — En Autriche, toutefois, il subsiste encore des Compagnies privées dont les principales sont : la Compagnie du chemin de fer du *Nord*, dite aussi de l'*Empereur-Ferdinand ;* la Compagnie du chemin de fer du *Sud* ; la Compagnie du chemin de fer de l'*État autrichien-hongrois*, qu'il ne faut pas confondre avec les chemins de fer de l'État proprement dit ; la Compagnie du *Nord-Ouest*, etc., etc.

La généralité des locomotives autrichiennes est à châssis et à cylindres extérieurs ; les machines de la Compagnie de l'*État* sont cependant à châssis intérieur.

Les machines les plus récentes pour les trains de vitesse sont à bogie, sauf pour la Compagnie de l'État où les deux essieux accouplés sont encadrés entre deux essieux de support comme dans le type de la Compagnie d'*Orléans*.

Les machines les plus récentes de l'État ont le bâti intérieur, le foyer

passe au-dessus des longerons : elles sont du type compound à deux cylindres, et munies d'un bogie.

Les machines du chemin du *Nord*, à bâti extérieur, ont les cylindres placés entre le bogie et le troisième essieu.

Le service des marchandises est fait par des machines à six ou à huit roues accouplées. Ces dernières sont relativement nombreuses en Autriche, à cause des passages de montagne : le Semmring, le Brenner et l'Arlberg.

Les machines Engerth du Semmring ont été remplacées par de puissantes machines à huit roues accouplées, du diamètre de 1,06 m., très ramassées, et ayant à l'essieu d'arrière un jeu de 20 mm. pour permettre le passage dans les nombreuses courbes de 180 m. de rayon. Ce type a été imité, en Italie, pour le passage du Giovi et celui des Apennins ; en Suisse, par la Compagnie du *Saint-Gothard*, etc., etc.

2° *Hongrie.* — Les chemins de fer sont exploités par l'État. Ils sont divisés en dix sections d'une étendue moyenne d'environ 1 000 km. Dans chaque section le chef d'exploitation dirige tous les services, mouvement, voie et traction. La construction du matériel et l'atelier principal de réparations de Pesth, forment une division à part. Le tout est administré par un comité à la tête duquel est un Président-directeur.

Les locomotives construites sur les plans de l'administration des chemins de fer de l'État sont à châssis et cylindres extérieurs. Ce sont des machines à quatre, six, ou huit roues accouplées. Il existe quelques machines à six roues accouplées et à bogie.

Les machines de vitesse les plus récentes sont de puissantes locomotives à bogie, compound du système à quatre cylindres en tandem[1].

50. Principaux types de locomotives usités en Autriche-Hongrie. — On trouvera ci-dessous la description de quelques-uns des principaux types de locomotives qui circulent sur les lignes de l'Autriche-Hongrie.

Locomotive à grande vitesse, à quatre roues accouplées (types 1882, 1886-1888) *de la Société autrichienne-hongroise des Chemins de fer de l'État*[1]. — La locomotive à grande vitesse à quatre essieux, dont deux accouplés, série I*b*. type 1886 et 1888 (fig. 178), dérive du type primitif de 1882 (série I), (fig. 177). Ces diverses machines ont été créées en vue de remorquer : sur des lignes à rampes de 3 à 4 mm. des trains de 150 t. à la vitesse effective de 75 km. à l'heure ; sur des lignes à rampes de 7 à 8 mm. des trains de 200 t. à des vitesses effectives de 40 à 45 km. à l'heure ; sur des lignes à rampes de 15 mm. de trains de 150 t. à la vitesse effective de

[1] *Revue Générale*, 1893.

30 à 35 km. à l'heure. Elles doivent en outre circuler dans des courbes de 285 m. de rayon[1].

Les types 1886 et 1888 sont, comme le type primitif de 1882, des machines

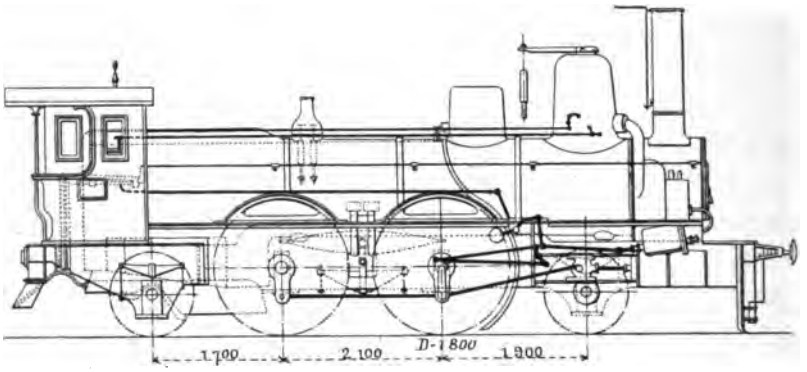


Fig. 177. — Locomotive à grande vitesse (type de 1882) de la *Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État.*

à quatre essieux, dont deux accouplés, placés au milieu, entre deux essieux porteurs; les cylindres et la distribution sont extérieurs, et les longerons

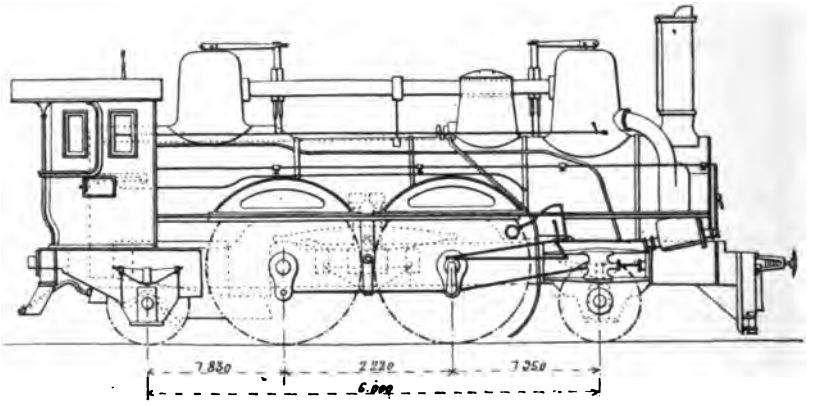


Fig. 178. — Locomotive à grande vitesse de la *Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État* (type de 1886).

intérieurs. Le foyer ordinaire des machines de la série I et le foyer Polonceau des locomotives de la série I*a* sont placés en arrière des essieux accouplés et au-dessus de l'essieu porteur d'arrière.

Dans les machines de 1888 (série I*b*), le foyer Belpaire est placé au-dessus des deux essieux arrière.

Les cylindres, inclinés, ont 0,460 m. de diamètre ; la course des pistons est de 0,650 m. Le graissage des cylindres est réalisé dans toutes ces séries de

[1] *Les locomotives autrichiennes* (*Revue générale des Chemins de fer*), octobre 1892.

machines, par un graisseur à injection placé dans l'abri ; les tiroirs, en bronze phosphoreux, sont actionnés par des coulisses de Gooch. Les bielles, en acier, ont une section en I.

La chaudière, en tôle d'acier Martin très doux, et timbrée à 9 kg., est formée de trois viroles assemblées à double rivure. Dans les machines des séries I et I*a*, la boîte à feu est renflée. Le diamètre moyen de la chaudière est de 1,306 m. ; la hauteur du corps cylindrique au-dessus des rails, qui était de 2,050 m. pour les machines de la série I, a été porté à 2,235 m. Les tubes en fer ou en acier fondu, ont 48 mm. de diamètre intérieur ; ils sont raboutés en cuivre rouge, sur 100 mm. de longueur, à l'extrémité voisine du foyer ; leur longueur primitive de 5,00 m. a été réduite à 4,00 m. dans les locomotives de la série I*b* ; leur nombre, qui était de 163, dans les machines de la série I, est de 149, pour celles de la série I*a*, et de 158, pour celles de la série I*b*.

La surface de grille des machines de la catégorie Ib a été portée de 2,30 m² à 3 m².

Les machines des séries I*a* et I*b* sont munies de deux dômes, ayant pour but d'augmenter la capacité de la chambre de vapeur ; le tuyau de prise de vapeur sort directement de la base du dôme antérieur.

La cheminée est pourvue d'un écran à charnière (sauf dans le type primitif de 1882). Une grille à flammèches, à mailles de 10 mm., est placée à la base de la cheminée.

Les roues, en fer matricé, sont munies de bandages en acier Martin.

L'écartement des essieux accouplés est de 2,10 m. pour les machines type 1882 et de 2,22 m. pour celles du type 1886 (série I*a*). Le premier et le quatrième essieu ont un jeu latéral de 20 mm. au total, avec boîtes à plans inclinés de 12 p. 100 à l'avant et de 20 p. 100 à l'arrière ; les essieux extrêmes sont munis de ressorts distincts ; un balancier répartit, sur les boîtes des roues motrices et accouplées, la charge que lui transmet un ressort fixé au châssis par sa partie centrale.

Le châssis est intérieur, en tôle d'acier Martin, il comporte des longeronnets extérieurs pour le quatrième essieu.

Le poids de la machine en service est de 49 400 kg., dont 26 700 kg. sur les roues accouplées (série I*a*).

Le tender, à deux essieux, peut contenir 10 000 l. d'eau et 3,880 kg. de combustible ; son poids, en ordre de marche, est de 25 900 kg. Les attelages, autrefois rigides, sont actuellement pourvus de ressorts Belleville. Les tampons à ressorts de l'avant du tender s'appuient sur deux tampons secs formés d'une face verticale inclinée sur le plan de symétrie de la machine.

Nouvelles locomotives à grande vitesse du Chemin de fer du Nord Empereur-Ferdinand. — La nouvelle locomotive express à cinq essieux,

dont deux accouplés, récemment mise en service par cette administration est, croyons-nous, la première de ce type construite en Europe (fig. 179). Les deux paires de roues accouplées se trouvent entre un bogie situé à l'avant et une paire de roues porteuses placées à l'arrière. Cette locomotive a été étudiée pour remorquer des trains rapides de 200 t., à la vitesse de 80 km. à l'heure, en employant les qualités inférieures de charbon que l'on peut trouver dans le pays, et des lignites. Pour cela, il a été jugé nécessaire de donner à la grille une surface d'environ 3 m². Pour supprimer le porte à faux à l'arrière, autant que pour limiter la charge des essieux à un chiffre inférieur à 14 t., maximum prévu par le programme, on a été conduit à ajouter à l'arrière un essieu porteur. Afin de donner au foyer toute la largeur possible, on a conservé les longerons extérieurs.

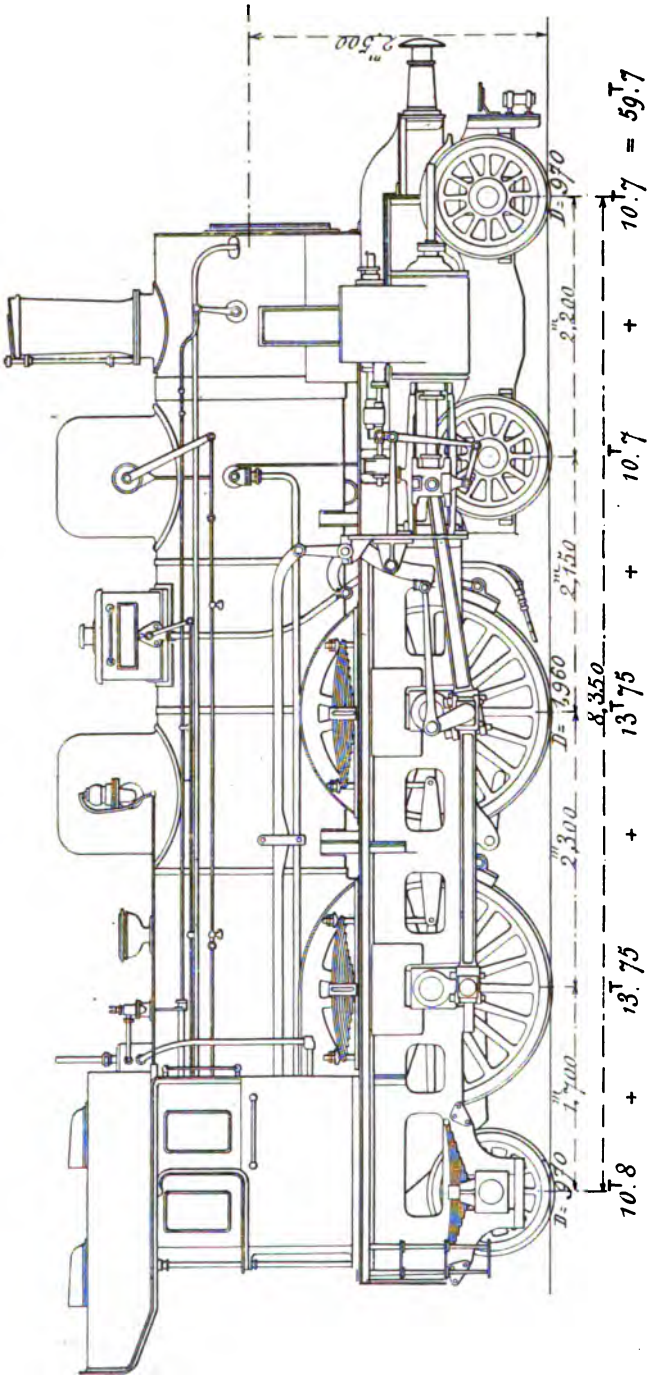


Fig. 179. — Locomotive à grande vitesse, à cinq essieux, (type de 1896) du chemin de fer *Nord Empereur-Ferdinand*.

La chaudière, entièrement en acier Martin, comporte un vaste foyer à grille inclinée, ayant une longueur intérieure de 2,607 m. et une largeur intérieure de 1,110 m.; le diamètre intérieur

minimum du corps cylindrique est de 1,470 m. La longueur des tubes, entre plaques, est de 4,110 m. Les tubes, au nombre de 230, ont 53 mm. de diamètre. La surface de chauffe totale est de 152,30 m². Le timbre est de 13 kg. Cette chaudière est munie de deux dômes de 0,900 m. de diamètre montés, l'un sur la virole arrière, l'autre sur la virole avant. Ce dernier renferme le régulateur, qui est à tringle de manœuvre extérieure. La sablière est placée sur le corps cylindrique, entre ces deux dômes. L'axe du corps cylindrique est situé à une hauteur de 2,50 m. au-dessus du rail.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, diamètre : 0,470 m. ; course : 0,600 m., sont surmontés des tiroirs à table horizontale, actionnés par une distribution Walschaërt, avec relevage par en dessus et changement de marche à vis.

Les longerons de la machine sont extérieurs, sans l'addition d'aucun longeron intérieur ou médian. A l'avant, par le travers du bogie, ils sont déportés vers l'intérieur, et ne présentent plus qu'un écartement de 1,59 m. Cette disposition a été adoptée pour diminuer l'entraxe des cylindres, qui reste néanmoins considérable (2,45 m.).

Les longerons du truck sont intérieurs.

Les ressorts de suspension, du type de l'Etat belge, sans bande initiale, sont tous placés au-dessus des boîtes. Les ressorts des deux essieux accouplés sont conjugués, de chaque côté, par un balancier longitudinal. Les roues accouplées ont un diamètre de 1,96 m. au contact. Les roues porteuses et celles du bogie ont 0,97 m. L'empattement total est de 8,35 m. dont 4,00 m. d'empattement fixe.

Les centres des roues et un grand nombre des organes de la machine sont en acier moulé.

Le poids total de la machine en ordre de marche est de 59,7 t. dont 27,5 t. également réparties sur les deux essieux accouplés. Le poids à vide est de 53,80 t.

Cette machine est accompagnée d'un tender à trois essieux, ayant un empattement de 3,28 m., et dont les caisses à eau contiennent 15 m³. Son poids en service est de 36,7 t., avec 7,5 t. de charbon.

Locomotive compound à grande vitesse des Chemins de fer de l'État autrichien[1]. — Les locomotives compound à grande vitesse des *Chemins de fer de l'État autrichien* ont été étudiées en vue de remorquer des trains de 200 t. à la vitesse de 45 à 48 k. à l'heure sur une rampe continue de 10 mm. par mètre.

Ces machines sont à quatre roues accouplées de 2,12 m. avec bogie à l'avant (fig. 180).

[1] *Revue Générale des chemins de fer*, avril 1896.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont l'un 0,500 m., l'autre 0,740 m. de diamètre, le rapport de leurs volumes est de 2,20, la course commune des pistons est de 0,680 m.; les glissières sont fixées d'une part aux cylindres et de l'autre à un support qui sert aussi d'entretoise au bâti. La distance des cylindres d'axe en axe est de 1,920 m.

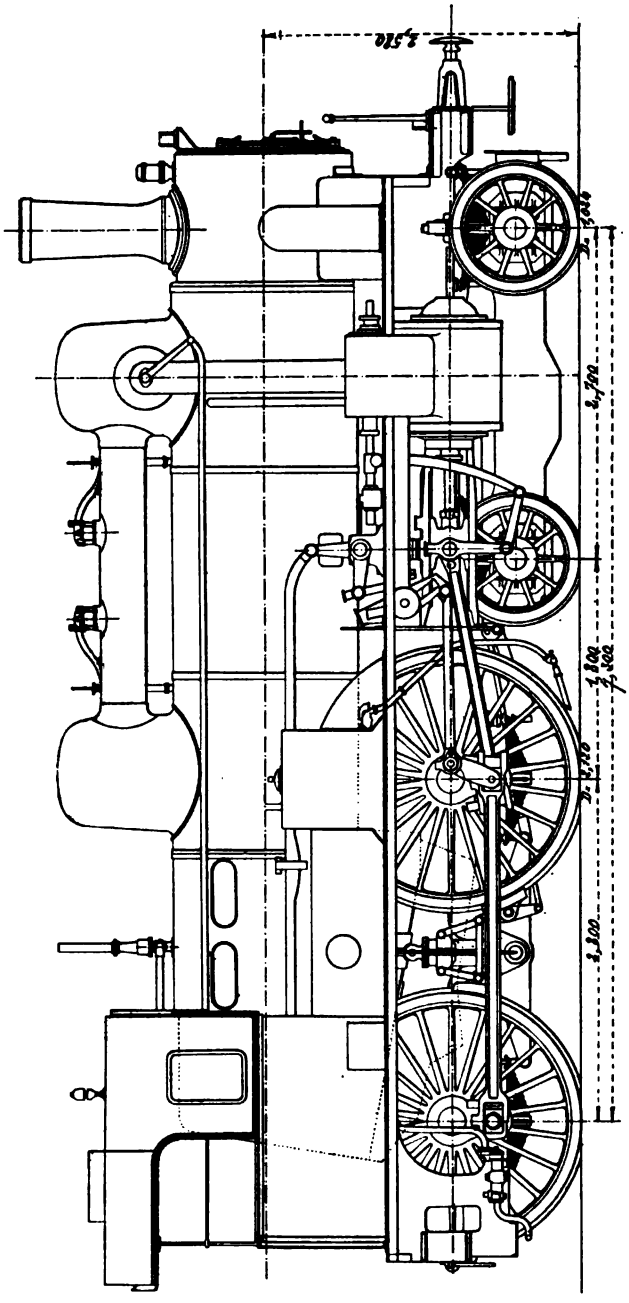


Fig. 180. — Locomotive compound à grande vitesse (type de 1895) de l'*État autrichien*.

Les tiroirs, horizontaux et placés au-dessus des cylindres, sont actionnés par une distribution du système Walschaërt avec changement de marche à vis et à volant. Le réservoir intermédiaire se trouve en majeure partie dans la boîte à fumée; il est muni d'une soupape qui règle la pression de la vapeur à 5,5 kg. La valve de démarrage automatique est du système Gölsdorf.

Le corps cylindrique, qui a 1,420 m. de diamètre intérieur, est formé de trois viroles en tôle d'acier de 0,015 m.; son axe est situé à 2,580 m. au-dessus du niveau des rails. La boîte à feu, du type Crampton à berceau cylindrique, de même diamètre que le corps de chaudière, est fortement rétrécie à sa partie inférieure de manière à pouvoir passer entre les roues motrices; elle est supportée par des bielles sur les longerons. La surface de chauffe totale est de 155 m². dont 11 m² de surface directe. La chaudière, timbrée à 13 kg., renferme 205 tubes de 4,440 m. de

longueur entre plaques ; elle est alimentée par deux injecteurs Friedmann.

La grille, inclinée vers l'avant, passe au-dessus de l'essieu d'arrière ; sa surface est de 2,90 m².

Deux dômes réunis par un tuyau horizontal de 0,300 m. de diamètre sont montés sur les viroles extrêmes du corps cylindrique ; le régulateur est placé dans celui d'avant, l'autre renferme la prise de vapeur de l'éjecteur du frein à vide qui est placé sur la boîte à feu.

La vapeur est amenée du régulateur au petit cylindre par un tuyau qui contourne extérieurement le corps cylindrique.

L'échappement, variable, est monté au niveau de la rangée supérieure des tubes.

La boîte à fumée située en prolongement du corps cylindrique est surmontée d'une cheminée tronconique de 1,193 m. de hauteur et de 0,400 m. de diamètre à la base.

L'empattement total est de 7,30 m., l'écartement des essieux accouplés étant de 2,80 m. et celui des essieux du truck de 2,70 m.

Le bogie, dont les roues ont 1,024 m. de diamètre, est du type à pivot central avec platines latérales et sans jeu transversal ; le pivot est déporté de 0,09 m. vers l'arrière du centre de figure.

L'écartement des longerons, qui sont placés à l'intérieur des roues, est réduit de 1,20 m. à 0,85 m. par le travers du bogie pour faciliter son mouvement et pour diminuer autant que possible l'écartement des cylindres.

Le poids total de la machine en ordre de marche est de 56 000 kg. dont 28 800 kg. de poids adhérent. Cette machine a pu remorquer aux essais un train de 210 t. à la vitesse moyenne de 58 km. sur une rampe de 10 mm. longue de 13 km. ; avec le même train, on a obtenu une vitesse de plus de 100 km. à l'heure sur une rampe de 2 à 3 mm.

Locomotive à grande vitesse (type 1885-1888), à quatre roues accouplées et à bogie, des Chemins de fer du Sud de l'Autriche. — Ce type de locomotive a été créé dans le but de desservir toutes les lignes du réseau, sauf celles du Brenner et du Semmering, auxquelles sont affectées des machines à six roues accouplées.

Cette locomotive a été établie en vue de remorquer : sur des lignes à rampes de 7 à 8 mm., des trains de 150 t. marchant à la vitesse effective de 60 km. à l'heure ; sur des lignes à rampes de 15 mm. des trains de 120 t. marchant à la vitesse effective de 35 km. à l'heure. Elle peut circuler dans des courbes de 189 m. de rayon.

Cette locomotive est à quatre roues accouplées à cylindres et à longerons extérieurs dispositif adopté aussi pour les machines à voyageurs de la

Compagnie (fig. 181) ; le foyer est placé entre les deux essieux accouplés, l'avant est supporté par un bogie (fig. 182).

L'écartement des deux cylindres est de 2,482 m., leur diamètre et la course

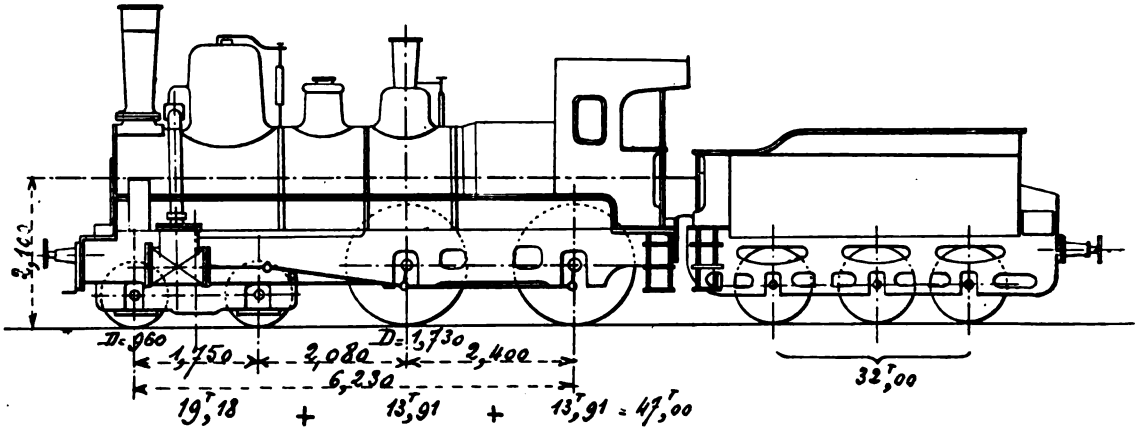


Fig. 181. — Locomotive à voyageurs du *Sud de l'Autriche.*

des pistons sont respectivement de 0,411 m. et de 0,632 m. Les tiroirs, placés au-dessus des cylindres, sont actionnés par des coulisses de Stephen-

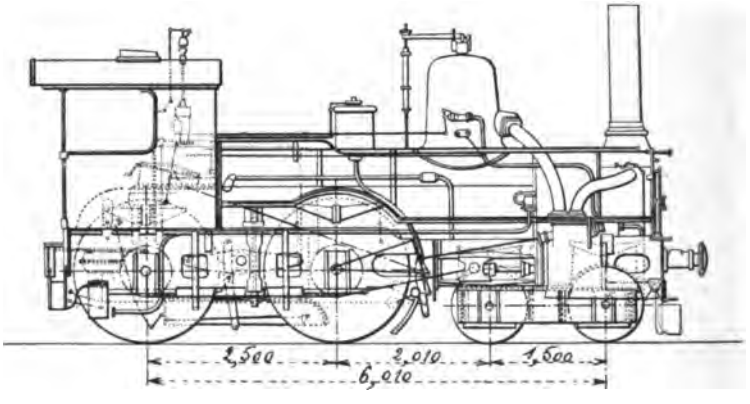


Fig. 182. — Locomotive à grande vitesse (type de 1885-1888) du *Sud de l'Autriche.*

son. Les bielles, en acier Martin, ont une section en I. Le graissage des cylindres est assuré au moyen du lubrificateur à condensation système Nathan.

La chaudière en fer, timbrée à 12 kg., est du type télescopique, son diamètre moyen est de 1,260 m. ; la hauteur de l'axe du corps cylindrique au-dessus des rails n'est que de 1,820 m. Les tubes en acier doux au nombre de 186, sont raboutés en cuivre rouge du côté du foyer.

La boîte à feu mesure 2, 040 m. de longueur extérieure.

La surface de chauffe est de 117,03 m² dont 8,93 m² de surface directe; la surface de grille est de 2,00 m².

La boîte à fumée, très courte, est surmontée d'une cheminée cylindrique très haute de 438 mm. de diamètre.

Un dôme assez volumineux est situé vers le milieu du corps cylindrique.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,91 m. et celles du bogie un diamètre de 0,96 m.

L'empattement total est de 6,01 m., l'écartement des essieux accouplés étant de 2,500 m. et celui des essieux du truck de 1,50 m.

Le bogie a été reporté aussi près que possible des roues motrices pour faciliter l'inscription en courbes.

Le poids de la machine en ordre de marche est de 44 100 kg. dont 27 100 kg. sur les roues accouplées.

Locomotive express compound, à quatre roues accouplées et à bogie, des Chemins de fer de l'Etat hongrois[1]. — Par suite de l'accroissement considérable du trafic des voyageurs, dû à l'application du tarif par zones, le poids des trains a beaucoup augmenté dans ces dernières années sur le réseau des chemins de fer de l'*Etat hongrois*. Le type de locomotive express en service avant 1891 était devenu notoirement insuffisant et l'on devait avoir souvent recours à la double traction pour la remorque des trains express sur les lignes Budapest-Bruck-Vienne.

La machine étudiée pour ce service en 1890 devait répondre au programme suivant :

1° Remorquer une charge de 160 t. sur une rampe de 6,7 mm. par mètre, avec courbes de faible rayon à la vitesse de 60 km. à l'heure et la même charge en palier à la vitesse de 80 km. à l'heure ;

2° Brûler des lignites ne vaporisant en moyenne que 5 kg. d'eau par kilogramme de combustible ;

3° Ne pas dépasser une charge de 14 t. par essieu ;

4° Pouvoir être tournée sur les plaques de 13,50 m. de diamètre sans désaccouplement de la locomotive et du tender.

La machine étudiée sur ce programme (fig. 183) repose sur quatre essieux dont deux accouplés ; les deux essieux avant font partie d'un bogie. Le troisième essieu qui est l'essieu moteur est muni de manivelles de Hall avec excentriques extérieurs forgés ; le quatrième essieu est placé sous la boîte à feu.

La chaudière, en tôle d'acier doux, est timbrée à 13 kg ; son axe est à 2,250 m. au-dessus du niveau des rails.

Le foyer, de grandes dimensions, est en cuivre ; les entretoises qui relient

[1] *Revue Générale des chemins de fer*, novembre 1891.

les parois verticales de la boîte à feu avec celles de la chaudière sont en acier doux.

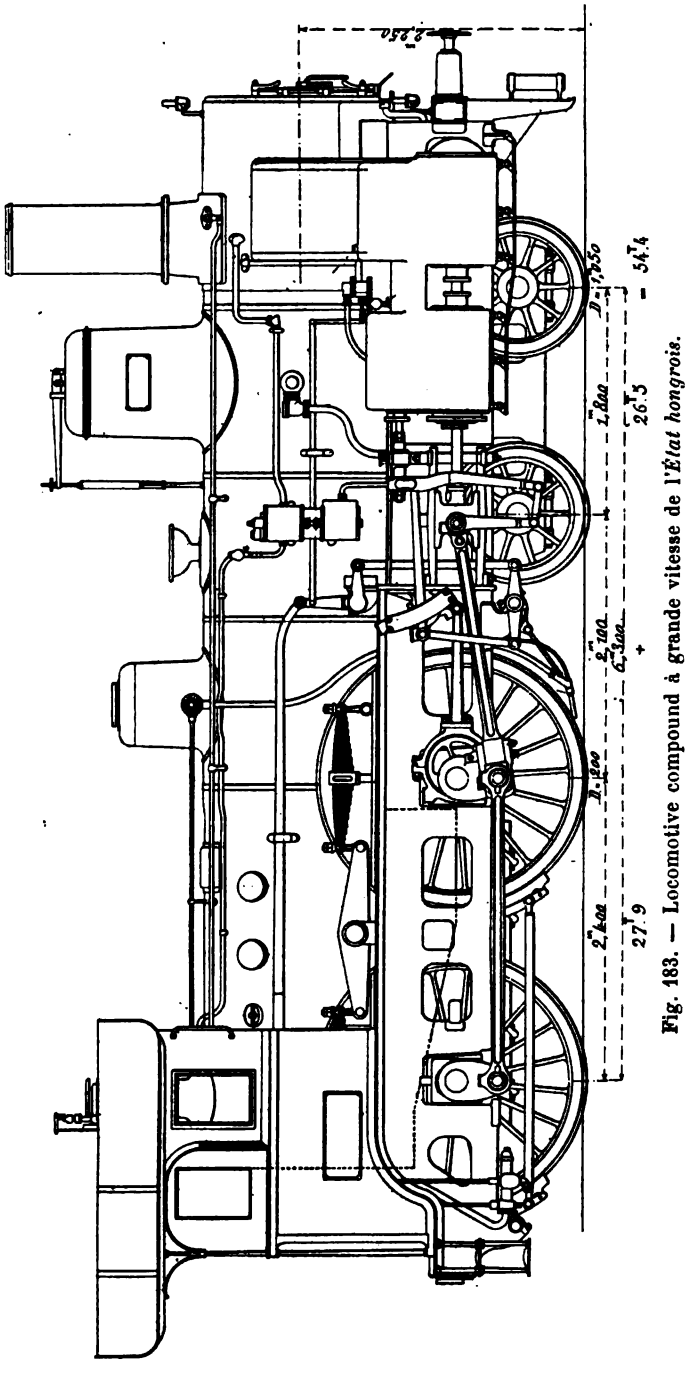


Fig. 183. — Locomotive compound à grande vitesse de l'*État hongrois*.

Les tubes à fumée, en acier avec raboutage en cuivre, sont au nombre de 188 et ont 4,00 m. de longueur utile.

La boîte à fumée de forme allongée renferme un pare-étincelles : cette disposition, commune à toutes les locomotives de l'Etat hongrois, est indispensable avec le lignite hongrois employé comme combustible.

La surface de chauffe totale est de 134,90 m² dont 12,00 m² de surface directe.

La porte de foyer s'ouvre à l'extérieur et les parois de la chaudière, autour de la porte, sont embouties et directement reliées à la boîte à feu, suivant la disposition adoptée par M. Webb.

La chaudière, qui porte deux niveaux d'eau, est alimentée au moyen de deux injecteurs Gresham et Craven Nos 9 et 10.

Les longerons de la machine et ceux du bogie, en tôle d'acier doux de même qualité que celle de la chaudière, sont renforcés par de fortes plaques de garde en acier fondu. La partie avant de la machine repose au moyen d'un pivot hémisphérique en

acier fixé au bâti principal sur une crapaudine munie de métal blanc solidaire du bâti du bogie.

Les ressorts de suspension des roues motrices et des roues du bogie sont semblables à ceux généralement employés en Belgique ; ils n'ont pas de flèche de fabrication lorsqu'ils ne supportent aucune charge.

De chaque côté de la machine et extérieurement au bâti sont fixés en tandem deux cylindres, l'un à haute pression, placé en arrière, et l'autre à basse pression placé en avant : ces deux cylindres venus de fonte d'une seule pièce sont reliés par le réservoir intermédiaire. Le petit cylindre a un diamètre de 0,340 m. et le grand un diamètre de 0,480 m., la course commune des pistons est de 0,650 m., la distribution est du système Walschaërt et les tiroirs à coquille des cylindres à haute et à basse pression sont actionnés par la même tige. Le changement de marche à vis est commandé par un volant.

Sur chaque réservoir intermédiaire on a installé une soupape de rentrée d'air qui a pour but d'empêcher l'aspiration des gaz de la boîte à fumée dans les cylindres pendant la marche à régulateur fermé.

Les roues motrices ont 2,00 m. de diamètre et celles du bogie 1,05 m.

La machine est munie de deux sablières Gresham placées chacune à l'avant de la roue motrice ; l'aspiration est produite par l'air comprimé emprunté au réservoir principal du frein Westinghouse.

L'empattement total est de 6,30 m. ; l'écartement des essieux accouplés étant de 2,400 m. et celui des essieux du truck de 1,80 m.

Cette locomotive pèse en service 54,40 t. dont 27,90 t. de poids adhérent.

Le tender à six roues peut contenir 8 000 kg. de charbon et 17 000 lit. d'eau ; son poids en ordre de marche est de 40,50 t.

Locomotive à six roues accouplées des Chemins de fer de l'État hongrois, — Cette machine (type Ih.) (fig. 183), construite en 1892, est du type à six roues accouplées et à bogie, à cylindres et châssis extérieurs. Elle est destinée au service des trains mixtes ou des trains de voyageurs sur les sections très accidentées (rampes de 25 mm.).

La chaudière comporte un grand foyer peu profond passant au-dessus de l'essieu arrière, ayant une longueur intérieure de 2,600 m. ; sa largeur intérieure, grâce à la position des longerons au dehors, a pu être portée à 1,107 m. et la surface de grille à 3,00 m². La longueur utile du faisceau tubulaire est de 3,800 m. ; le diamètre moyen du corps cylindrique est de 1,370 m. La surface de chauffe totale est de 142,30 m². Le timbre est de 13 kg. La boîte à fumée est prolongée sur l'avant. Un dôme, renfermant le régulateur à col de cygne et portant deux soupapes de sûreté à balances, est placé sur la virole avant. La cheminée est en fonte et cylindrique.

Les cylindres, qui ont 0,500 m. de diamètre avec une course des pistons de 0,600 m. sont extérieurs et horizontaux ; ils sont surmontés des tiroirs, actionnés par une distribution Walschaërt. Les bielles attaquent des manivelles de Hall calées sur l'extrémité des essieux. L'entraxe des cylindres est

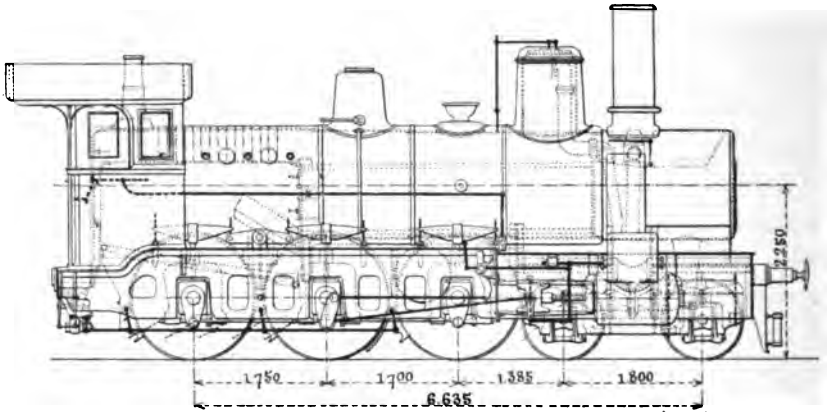


Fig. 184. — Locomotive pour trains rapides et lourds (type Ih) des *Chemins de fer de l'État hongrois.*

considérable comme dans toutes les locomotives autrichiennes à châssis extérieur ; il atteint 2,45 m.

Les ressorts des roues accouplées sont situés au-dessus des boîtes ; ceux des deux derniers essieux sont conjugués par des balanciers latéraux. Le bogie est à châssis intérieur.

Cette locomotive pèse 57,20 t. en ordre de marche dont 42 t. sur les trois essieux accouplés.

Elle est accompagnée d'un tender pesant 34 t. en charge et dont la contenance des caisses est de 12,50 m³.

Locomotive (type 1887) à six roues accouplées de la Société autrichienne-hongroise des Chemins de fer de l'État. — Cette machine (série IV *f*) a été étudiée en vue de remorquer des trains mixtes de 380 t. à la vitesse de 30 km. à l'heure sur rampes de 4 mm. ou de 200 t. en rampes de 15 mm. à la vitesse de 25 km. Elle peut s'inscrire dans des courbes de 285 m. de rayon.

Cette locomotive, à six roues accouplées, a des cylindres extérieurs, avec distribution intérieure, du système Stephenson ; les cylindres ont 0,450 m. de diamètre et 2,068 m. d'entraxe ; la course des pistons est de 0,650 m.

La chaudière, timbrée à 10 kg., a un diamètre moyen de 1,360 m. Sa construction est analogue à celle de la locomotive à grande vitesse série Ib, La surface de chauffe est de 120,97 m² dont 10,59 m² de surface directe. La surface de grille est de 2,51 m².

Les roues ont un diamètre de 1,456 m. L'empattement total n'est que de

3,420 m. Cependant pour faciliter le passage dans les courbes, on a donné à l'essieu d'avant un jeu latéral total de 14 mm. Deux sablières placées de chaque côté de la chaudière, envoient un jet de sable en avant des roues du premier essieu. Le châssis est intérieur.

Le poids, en ordre de marche, est de 38 300 kg.

Le tender, à six roues, peut contenir 9 470 lit. d'eau et 6 310 kg. de combustible.

Locomotives pour fortes rampes (types 1884 et 1889) à six roues accouplées des Chemins de fer du Sud de l'Autriche. — Ce type de machine, créé en vue de remplacer les machines à six roues accouplées de la série 32 *a* (type 1878), timbrées à 10 kg., était destiné à la remorque des trains rapides et des trains-postes sur des rampes de 25 mm., avec courbes de 189 m. de rayon. Les conditions de tonnage et de vitesse imposées étaient les suivantes :

1° Trains rapides de 130 t., vitesse : 40 km. à l'heure;

2° Trains-postes de 150 t., vitesse : 34 km. à l'heure.

La machine type 1884 est à trois essieux accouplés, à longerons et à distribution intérieure; les cylindres seulement sont extérieurs. On a pu ainsi réduire la largeur de la machine, qui doit passer dans le gabarit de l'Union des chemins de fer allemands; le foyer est placé en porte à faux.

Les cylindres dont l'écartement, d'axe en axe, est de 2,060 m. ont 0,480 m. de diamètre; ils sont munis d'une soupape de rentrée d'air système Ricour. La course des pistons est de 0,610 m. La distribution est du type Stephenson avec coulisse à barres droites.

La chaudière est timbrée à 11 kg. Le diamètre moyen du corps cylindrique, qui était de 1,370 m. dans le type 1884, a été porté à 1,400 m. dans celui de 1889. La hauteur de l'axe du corps cylindrique, au-dessus des rails, est de 1,990 m. pour le type 1884 et de 2,025 m. pour le type 1889; dans ce dernier, la longueur du foyer a été portée de 1,788 m. à 1,889 m Le nombre des tubes est 190 (208 pour le type 1889).

La surface de chauffe est de 137 m², dont 9,50 m² de surface directe (type 1889; 136, 40 m² et 9 m²); la surface de grille est de 1,78 m² (type 1889; 1,94 m²). Les machine du type 1889 sont munies d'une boîte à fumée prolongée du système américain, qui contient une chicane et deux grilles, l'une horizontale et l'autre inclinée.

On a adopté, pour le type 1889, une cheminée cylindrique en fonte, remplaçant la cheminée évasée des machines type 1884.

Le dôme est placé à l'avant du corps cylindrique.

Les roues ont un diamètre de 1,265 m. (type 1889, 1,276 m.).

Les boudins des roues d'avant sont graissés au moyen d'un dispositif analogue à celui qu'emploie la Compagnie d'*Orléans*. On n'a employé les balan-

ciers qu'à l'arrière; les ressorts voisins du foyer reposent sur les boîtes à graisse par l'intermédiaire d'un balancier transversal. Aucune disposition spéciale n'a été prise pour faciliter le passage dans les courbes.

L'empattement est de 3,24 m.

Le poids de la machine en ordre de marche est de 40 850 kg., dont 14 000 sur l'essieu moteur.

Le tender, à six roues, contient 10 700 l. d'eau et 7 000 kg. de combustible. Son empattement total est de 3,02 m. et son poids en charge de 30 t.

Locomotive (*type* 1883), *à huit roues accouplées, des Chemins de fer du Sud de l'Autriche.* — Les locomotives à marchandises, pour fortes rampes (type de 1883), ont été établies en vue de remorquer une charge de 200 t., à la vitesse de 15 km. à l'heure, sur des rampes de 25 mm., avec courbes de 189 m. ; elles dérivent des locomotives à six roues accouplées, construites en 1873 ; le timbre de la chaudière a été porté de 9 kg. à 10,5 kg. Ces machines étant exclusivement destinées au service des lignes à grand gabarit du Brenner et du Semmering, on a pu conserver aux cylindres et à la distribution la position extérieure. Le foyer a été placé en porte à faux. Les cylindres, dont l'entraxe est de 2,080 m., ont 0,500 m. de diamètre; les pistons ont 0,610 m. de course. La distribution est du système Stephenson, à barre droite.

La chaudière, en tôle de fer de 0,016 m. d'épaisseur, est timbrée à 10,5 kg. Son diamètre moyen est de 1,480 m. L'alimentation est assurée au moyen de deux injecteurs Friedmann. La hauteur de l'axe du corps cylindrique, au-dessus du niveau des rails, est de 2,080 m. Le faisceau tubulaire se compose de 213 tubes. Un dôme de vapeur est placé à l'avant du corps cylindrique.

La boîte à feu mesure 2,310 m. de longueur extérieure. La surface de chauffe est de 170 m², de 10,8 m² de surface directe.

Les roues ont un diamètre de 1,106 m. Pour faciliter le passage de la machine dans les courbes, on a donné à l'essieu d'avant un jeu de 20 mm., et à l'essieu d'arrière un jeu de 5 mm. de chaque côté. Les ressorts des deux essieux d'avant sont indépendants; ceux des deux essieux d'arrière sont réunis par un balancier. Le châssis est intérieur. L'empattement est de 3,75 m.

Le poids de cette locomotive, en ordre de marche, est de 50 900 kg.

Locomotive (*type* 1875), *à huit roues accouplées, de la Société autrichienne-hongroise des Chemins de fer de l'État.* — La locomotive à huit roues accouplées, série V (type 1875), a été construite en vue de remorquer, à la vitesse effective de 15 km. à l'heure, des trains de 400 t., sur des rampes de 10 mm. ou de 300 t. sur des rampes de 15 mm. (fig. 185).

Les cylindres sont extérieurs ; leur diamètre est de 0,470 m. ; et leur

entraxe de 2,041 m. ; la course des pistons est de 0,630 m. Les tiroirs sont actionnés par des coulisses de Gooch. Les détails de construction sont conformes à ceux des locomotives à grande vitesse des séries I, I*a* et I*b*.

La chaudière, timbrée à 9 kg., a un diamètre moyen de 1,422 m. Les tubes,

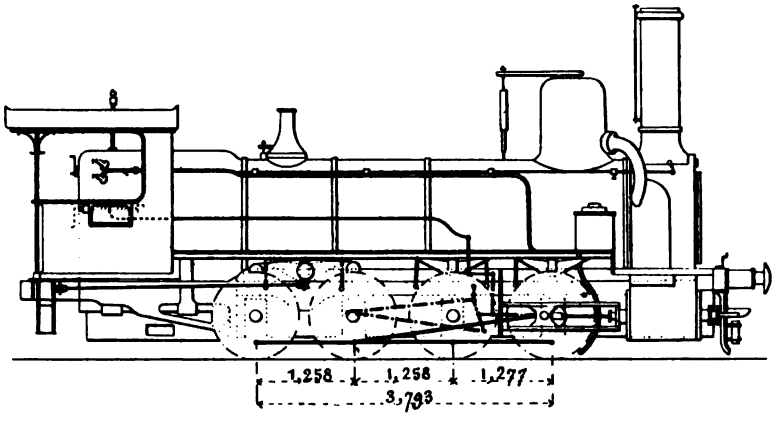


Fig. 185. — Locomotive à marchandises pour lignes à profil accidenté (type de 1875) de la *Société austro-hongroise des Chemins de fer de l'État.*

au nombre de 195, ont une longueur de 5,00 m. La surface de chauffe totale est de 168,50 m.², dont 9, 52 m.² de surface directe. La surface de grille est de 1,85 m.².

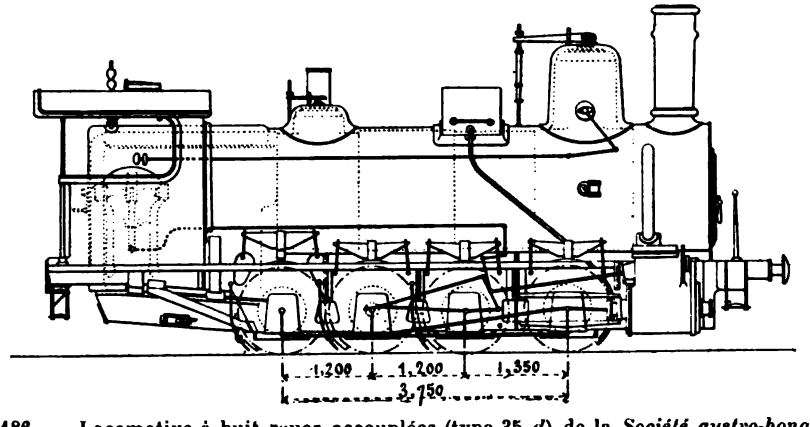


Fig. 186. — Locomotive à huit roues accouplées (type 35 *d*) de la *Société austro-hongroise des chemins de fer de l'État.*

Les roues ont un diamètre de 1,185 m. Les essieux d'avant et d'arrière ont chacun un jeu latéral total de 20 mm., en vue de faciliter le passage dans les courbes. L'empattement est de 3,793 m.

Le poids de la machine, en ordre de marche, est de 44 900 kg.

La même administration possède un autre type analogue représenté (fig. 186).

En 1889, on a construit des machines de cette catégorie auxquelles on a appliqué le système compound.

Locomotive à huit roues accouplées des Chemins de fer de l'État hongrois.

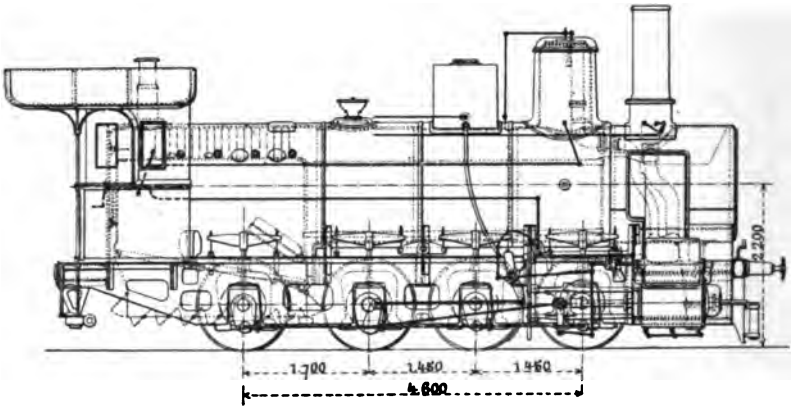


Fig. 187. — Locomotive à marchandises pour les lignes à profil accidenté (type IVc) des *Chemins de fer de l'État hongrois.*

— Cette machine (type IV *c*), construite en 1894, fournit un exemple à peu près unique de locomotive à huit roues accouplées, à châssis et cylindres extérieurs, circulant sur des lignes à écartement normal des rails. La chau-

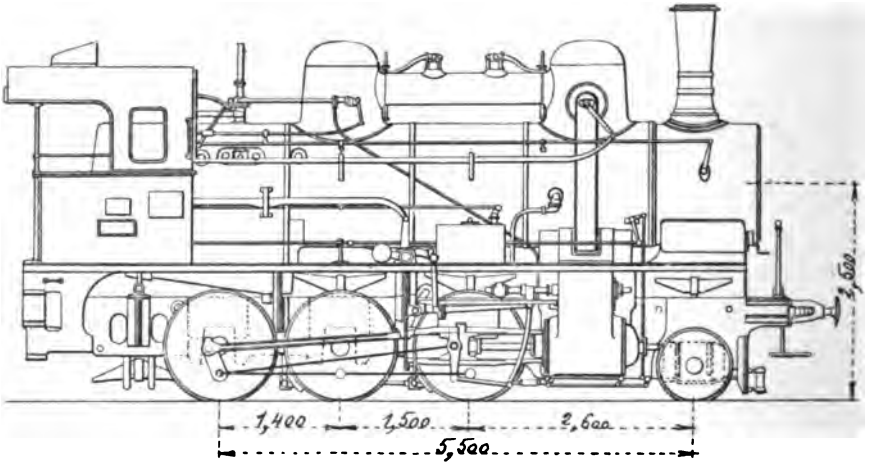


Fig. 188. — Locomotive compound, de l'*État autrichien.*

dière est analogue à celle de la machine à six roues accouplées et à bogie de la même administration décrite ci-dessus ; le foyer est un peu plus court, mais le diamètre du corps cylindrique est plus grand (1,500 m.). Le timbre est de 13 kg. Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 2,90 m² et de 168 m². Le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière, l'empatte-

ment total étant assez considérable pour une machine de cette classe : 4,60 m.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux (diamètre 0,520 m., course 0,610 m.) sont surmontés des tiroirs commandés par une distribution du type Walschaërt.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,22 m.

Les ressorts sont placés au-dessus des boîtes ; ceux des deux essieux intermédiaires sont conjugués par des balanciers longitudinaux.

Ces locomotives pèsent 56,15 t. en ordre de marche. Elles sont accompagnées d'un tender d'une contenance de 12,50 m³.

Locomotive Mogul de l'État autrichien. — On trouvera (fig. 188) la vue extérieure d'une nouvelle locomotive du type Mogul, compound à deux cylindres, conçue dans le même style que la machine express représentée plus haut. Le corps cylindrique est placé assez haut pour que le cadre du foyer puisse passer au-dessus des roues arrière.

ITALIE

51. Les chemins de fer italiens présentent de nombreux spécimens des types dits du *Bourbonnais*, surtout pour le service des marchandises ; on trouve toutefois un certain nombre de types spéciaux qu'il convient de citer.

Pour les trains de vitesse des grandes lignes faciles de la Lombardie ou de Bologne à Brindisi on avait à l'origine des machines à roues indépendantes du type Stephenson, les unes à cylindres intérieurs, les autres à cylindres extérieurs. Plus tard, la puissance de ces machines a été augmentée en accouplant l'essieu d'arrière avec l'essieu du milieu, et aussi dans quelques cas en faisant passer le foyer par-dessus l'essieu d'arrière.

La machine express à bogie et à cylindres extérieurs a fait son apparition vers 1877, pour desservir la ligne de Gênes à la Spezzia, et s'est peu à peu répandue sur toutes les lignes.

Les chemins de fer italiens présentent plusieurs traversées de montagnes, dont deux ont motivé la création de locomotives spéciales, savoir :

La rampe dite de Giovi, entre Alexandrie et Gênes, qui a été desservie tout d'abord par des machines-tenders à quatre roues accouplées, jumellées deux à deux ;

La traversée de l'*Apennin* entre Bologne et Pistoie, où la remorque des trains était faite par de puissantes machines à huit roues accouplées analogues au type Engerth.

Actuellement le service est assuré par des machines à huit roues accou-

plées à tender séparé du modèle du Semmering dont il a été parlé à l'occasion des locomotives autrichiennes.

Un type spécial à l'Italie remorque les trains de voyageurs sur la ligne spéciale entre Ronco et Gênes pour éviter la pente de 22 mm. de Giovi, et la remplacer par une pente plus longue, mais de 16 mm. seulement. Ces machines ont six roues accouplées de 1,65 m. de diamètre, avec un bogie à l'avant; les cylindres extérieurs sont placés entre le bogie et le troisième essieu ; elles peuvent remorquer des trains de 120 à 130 t. à 45 km. à l'heure, sur la section en rampe de 16 mm., et à 60 km. à l'heure, entre Ronco et Novare.

Nous donnerons de courtes descriptions de trois types récents de locomotives destinées au service des voyageurs.

Locomotive à deux essieux couplés et à bogie des Chemins de fer de la Méditerranée[1]. — Cette machine (fig. 189) a été étudiée dans le but d'assurer en

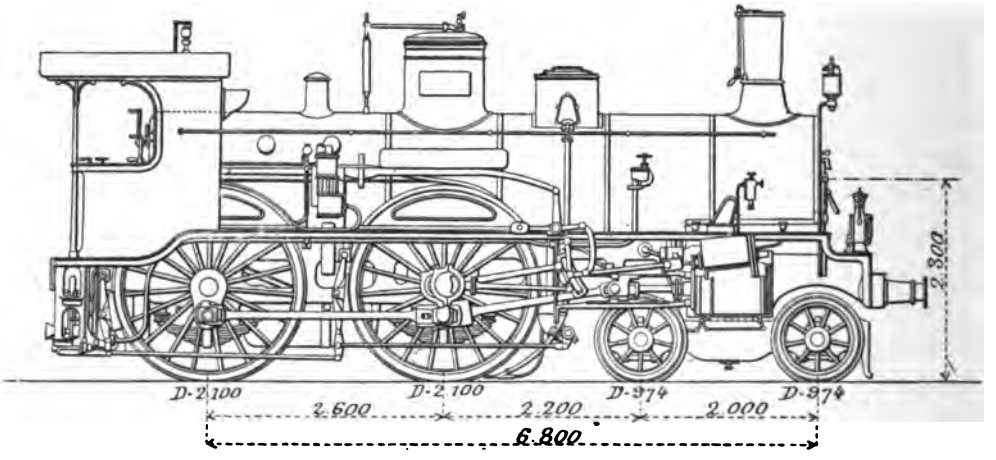


Fig. 189. — Locomotive à grande vitesse, du type « Giovanna d'Arco » des *Chemins de fer de la Méditerranée* (Italie).

palier le remorquage de trains de 160 t. à la vitesse de 80 km. à l'heure, ou de 120 t. à la vitesse de 50 km. sur rampes de 10 mm. Elle rappelle dans ses dispositions générales le type de deux séries précédemment construites, montées sur roues accouplées de 1,815 m. et 2,030 m., et présentant un poids adhérent de 26,50 t.

Le corps cylindrique, qui a 1,310 m. de diamètre moyen, est composé de deux viroles en tôle de fer de 0,015 m., la plus rapprochée du foyer porte le dôme contenant le régulateur à double tuile et à mouvement intérieur. L'enveloppe du foyer est circulaire ; elle est assemblée avec le ciel par

[1] Cette locomotive et les deux suivantes ont été très complètement décrites par M. Deghilage dans la *Revue Générale des chemins de fer*, numéro de juin 1890.

dix-sept rangées de tirants verticaux en fer ; les entretoises des parois sont en cuivre. La grille a 2,30 m² de surface. Une soupape à charge directe est montée sur le foyer. Les tubes, au nombre de 170, ont 3,800 m. de longueur utile. La surface de chauffe totale est de 111 m² dont 10 m² de surface directe.

La boîte à fumée est formée par le prolongement de la chaudière et la porte est du modèle à deux battants. La plaque tubulaire d'avant est emboutie ; l'échappement est variable ; la cheminée, en tronc de cône, porte un capuchon.

Les longerons (28 mm. d'épaisseur) sont intérieurs.

Les ressorts des roues accouplées sont indépendants et reportés au-dessous des boîtes ; leurs tiges de suspension sont pourvues de rondelles en caoutchouc. Les roues accouplées ont 2,10 m. de diamètre.

L'avant de la machine repose sur un bogie à roues de 0,974 m. dont le pivot sphérique, en acier coulé, est engagé dans une crapaudine en fonte fixée sur deux traverses entre-croisant les longerons principaux sous la boîte à fumée ; des tirants obliques articulés relient la crapaudine au châssis et limitent le jeu transversal à 20 mm. Un jeu de 7 1/2 mm. est en outre laissé entre les coussinets et les fusées des essieux.

La charge à répartir est supportée par le pivot et par deux points d'appui latéraux dont la tige est munie de ressorts en spirale montés avec tension initiale de 2 500 kg.

Les cylindres (0,450 m. × 0,660 m.) et tout le mécanisme de la distribution sont à l'extérieur ; les coulisses sont du modèle Gooch à simple flasque, avec point d'attache à l'arrière et relevage par-dessus, et le changement de marche est du type à vis et volant ; les tiroirs sont à double conduit d'admission.

Les injecteurs, modèle Friedmann, ont leurs prises de vapeur montées sur l'embase de la colonnette de sifflet ; le sablier est pourvu de l'éjecteur Gresham.

La machine porte le frein à contre-vapeur ; en outre, les appareils du frein continu à air comprimé, automatique, agissent sur les quatre roues accouplées. Elle est accompagnée d'un tender à trois essieux ; la contenance en eau est de 10 m³ et le poids du combustible de 3 500 kg. Le poids du véhicule est de 15 t. à vide et de 28,5 t. avec chargement réglementaire. Le poids total de la machine en service est de 47 t. dont 29,59 t. de poids adhérent.

Locomotive à quatre roues accouplées et à bogie des Chemins de fer de l'Adriatique. — Les trains express sont remorqués sur le réseau de l'*Adriatique* par des locomotives à quatre roues accouplées et à bogie dont les premières ont été construites en 1887 (fig. 190).

Le corps cylindrique dont le diamètre moyen est de 1,330 m. est formé de

deux viroles. Le ciel du foyer (type Crampton) est relié à son enveloppe dans le sens longitudinal, par des tirants. La hauteur de l'axe du corps cylindrique au-dessus du rail est de 2,240 m.

La boîte à feu passe au-dessus de l'essieu arrière. La grille, qui a 2,02 m² de surface, présente une partie horizontale et une partie inclinée disposée à l'avant en jette-feu avec commande à vis et volant.

Les tubes, au nombre de 182, ont 3,600 m. de longueur utile. La surface de chauffe totale est de 110,51 m² dont 8,21 m² de surface directe. La chaudière est alimentée par deux injecteurs Friedmann.

Le régulateur à double tiroir est renfermé dans un dôme placé sur la virole arrière et qui est fermé par un couvercle en fonte sur lequel est fixée une

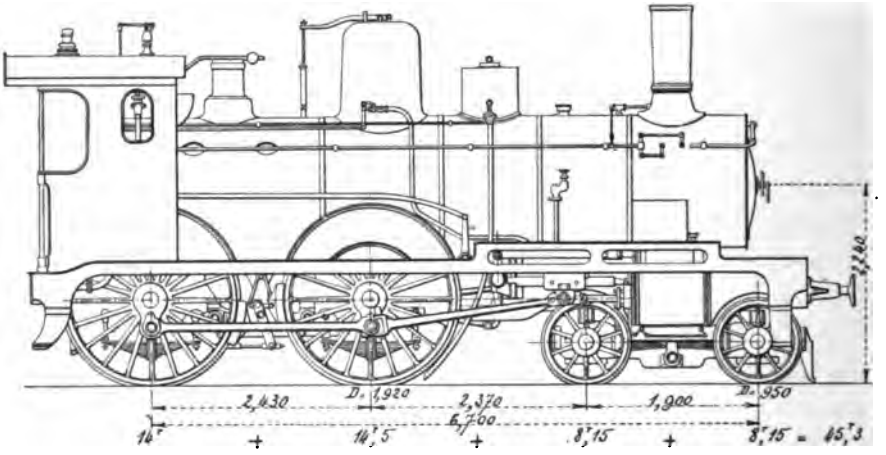


Fig. 190. — Locomotive à grande vitesse des *Chemins de fer Méridionaux; Adriatique* (Italie).

soupape à balance; sur la boîte à feu sont montées deux soupapes à charge directe.

La boîte à fumée, prolongée, est pourvue d'une poche de vidange et fermée par une porte circulaire bombée. L'échappement est variable, la cheminée, de forme tronconique, est prolongée jusqu'à la rencontre de la tuyère d'échappement qu'entoure le souffleur annulaire.

Les cylindres, extérieurs, sont placés suivant l'axe transversal du bogie; ils sont surmontés des tiroirs actionnés par des coulisses de Stephenson avec relevage par-dessus. Les têtes des bielles d'accouplement sont à bagues avec vis de serrage. Les cylindres dont la distance d'axe en axe est de 1,920 m. ont 0,455 m. de diamètre; les pistons ont une course de 0,600 m.

Les longerons, intérieurs, ont 0,028 m. d'épaisseur.

Les ressorts de suspension des essieux accouplés sont placés au-dessous des boîtes et reliés par des balanciers.

La suspension du bogie est opérée à l'américaine. Le bogie est relié au

châssis par des tirants obliques articulés qui en limitent le déplacement latéral et facilitent le retour à la position normale.

Les roues accouplées ont 1,92 m. de diamètre et celles du bogie 0,95 m.

L'empattement total est de 6,70 m., l'écartement des essieux accouplés étant de 2.43 m. et celui des essieux du truck de 1,90 m.

Le poids total de la machine en service est de 44 t. dont 28,50 t. sur les roues motrices.

Le tender qui accompagne ce type de machine est à trois essieux, il peut contenir 10400 lit. d'eau et 4800 kg. de combustible.

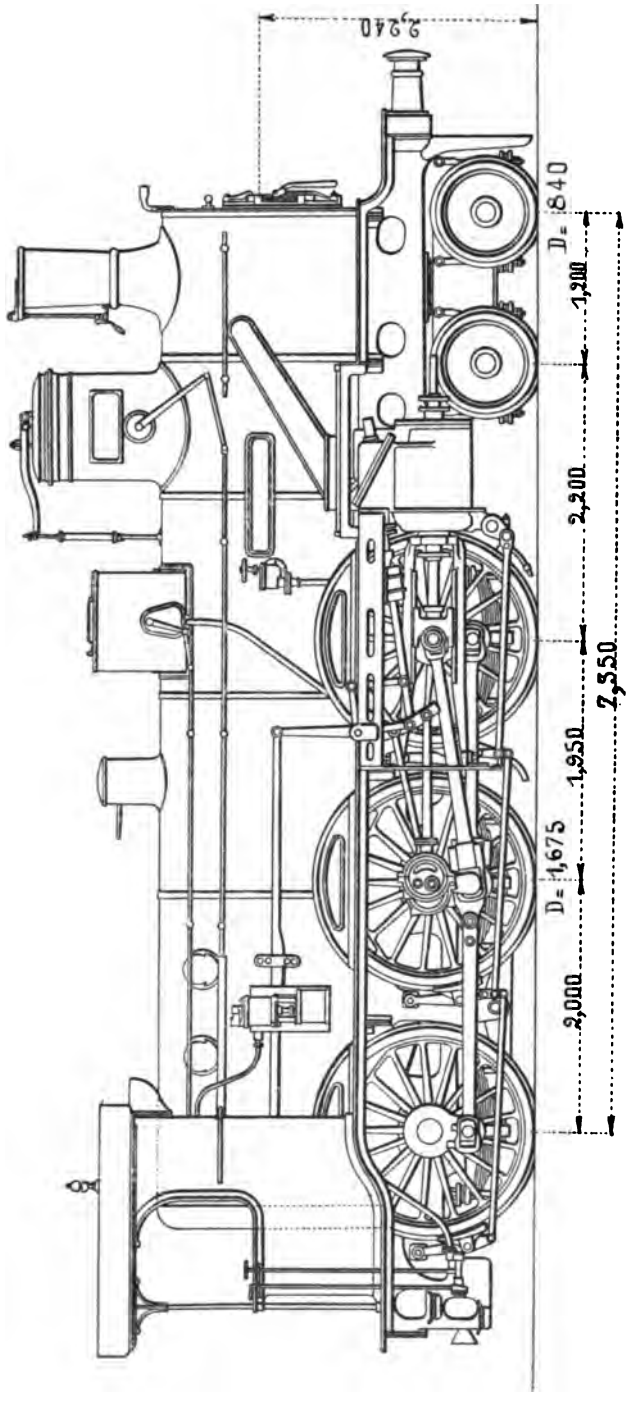


Fig. 191. — Locomotive pour trains rapides et lourds des *Chemins de fer de la Méditerranée* (Italie).

Locomotive à trois essieux accouplés et à bogie des Chemins de fer de la Méditerranée. — Le type de cette machine (fig. 191) a été arrêté en 1883, pour assurer le service des trains rapides entre Gênes et Alexandrie, sur la dérivation qui a remplacé le passage de Giovi. Le programme imposait une vitesse de 60 km. à l'heure, en palier, et de 45 km. sur rampes de 12 à 16 mm., avec un train de 160 t. Il y a été satisfait au moyen de locomotives à trois essieux couplés et à bogie ayant 159 m² de surface de chauffe.

Certains changements ont été apportés au type primitif, notamment à la chaudière et au foyer, dont la chambre de combustion a été supprimée.

Le diamètre de la chaudière a été porté de. . . .	1,369 m. à 1,480 m.
La longueur des tubes (203) de	3,800 — à 4,497 —
La longueur intérieure du foyer de	2,209 — à 2,300 —

Cette dernière dimension ne comprend pas la chambre de combustion.

La surface de chauffe totale est de 159,80 m² dont 10,60 m² de surface directe. La surface de grille est de 2,24 m².

La boîte à feu est du type Crampton.

L'échappement est variable dans les derniers types, fixe dans les premiers.

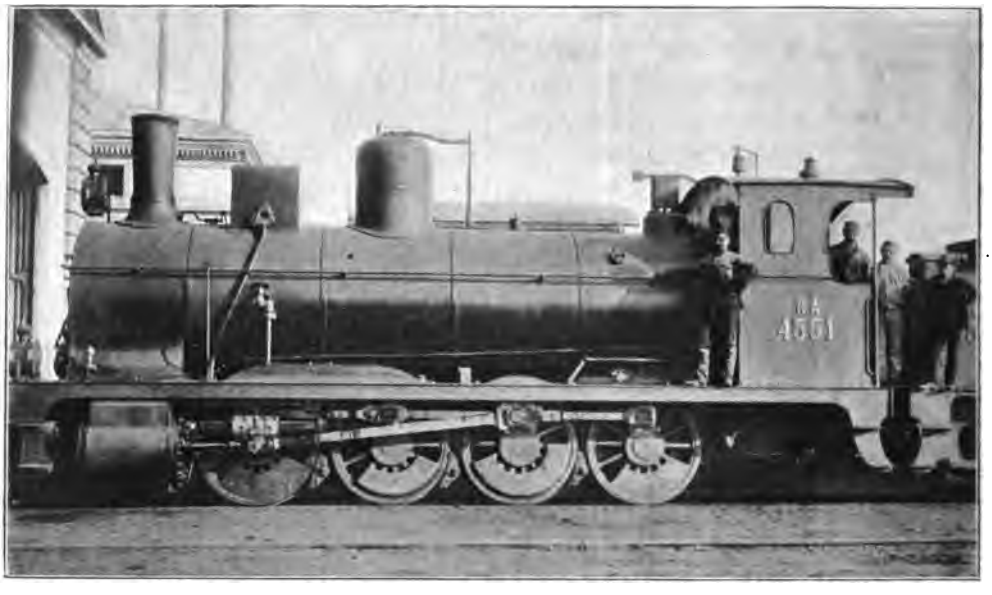


Fig. 192. — Locomotive à huit roues accouplées des *Chemins de fer méridionaux; Adriatique* (Italie).

Le mode d'assemblage du foyer avec son enveloppe et les autres détails de la chaudière sont conformes à ceux de la machine à quatre roues accouplées décrite ci-dessus. Toutefois, la manœuvre du régulateur est extérieure et montée sur la main-courante ; le dôme est placé près de la cheminée ; les accessoires, soupapes, cheminée en fonte, souffleur, etc., sont imités de la machine à deux essieux accouplés.

Tout le mouvement est extérieur ; la distribution est du type Gooch. Les cylindres ont 0,470 m. de diamètre, leur écartement d'axe en axe est de 2,080 m. La course des pistons est de 0,620 m.

Les organes du châssis et de la suspension sont traités comme dans la machine à quatre roues accouplées décrite plus haut. Les roues motrices ont 1,675 m. de diamètre et celles du bogie 0,840 m.

L'empattement total, dans le dernier type, est de 7,35 m., l'écartement des essieux accouplés extrêmes étant de 3,95 m. et celui des essieux du truck de 1,20 m.

Le tender est à trois essieux et porte 10 m³ d'eau et 3 500 kg. de combustible ; son poids, en ordre de marche, est de 28 800 kg.

Le poids total de la machine en service est de 56,70 t. dont 42,30 t. de poids adhérent.

RUSSIE D'EUROPE

52. Les chemins de fer sont, en Russie, peu étendus relativement à la superficie de l'Empire, aussi desservent-ils tous d'importants courants de trafic. On peut cependant signaler comme ayant une certaine prédominance : 1° la ligne de Saint-Pétersbourg à Moscou (Chemin *Nicolas*) qui est une sorte de tronc commun vers le Nord pour les nombreuses lignes aboutissant à Moscou ; 2° la ligne de Moscou à Nijni-Novogorod ; 3° la ligne de Saint-Pétersbourg à la frontière prussienne.

Les deux lignes où la vitesse est la plus grande sont celles de Saint-Pétersbourg à Moscou, et de Saint-Pétersbourg à la frontière prussienne et vers Varsovie.

Les chemins russes ont été longtemps affermés à des Compagnies privées ; mais ils sont maintenant, sauf de rares exceptions, exploités par l'État.

Les ingénieurs russes ont toujours porté leurs regards sur la pratique des États-Unis. Les locomotives de leur première grande ligne, le chemin *Nicolas*, avaient emprunté quelques dispositions aux machines américaines. Immédiatement après, les types du Bourdonnais furent en faveur, complétés par des machines à huit roues accouplées, à foyer en porte à faux. Plus tard, pour les machines à voyageurs, l'essieu accouplé fut reporté à l'arrière du foyer, en diminuant considérablement la longueur du corps cylindrique.

Dans ces dernières années, les machines à bogie ont fait leur apparition sous deux formes :

Machines à quatre roues accouplées pour les lignes faciles, compound à deux cylindres ou à quatre cylindres en tandem.

Machines à six roues accouplées pour les lignes à profil accidenté, compound à deux cylindres.

Toutefois, le chemin *Nicolas* n'a pas pris le bogie pour ses machines à six roues accouplées de 1.90 m., et il s'est contenté d'un essieu de support à jeu transversal placé à l'avant des cylindres.

Nous donnons ci-dessous quelques exemples choisis parmi les types récents.

La *Grande Société des Chemins de fer russes* (*actuellement État russe*),

emploie, pour le service des trains les plus rapides de son réseau, deux types principaux de locomotives, l'un à quatre, l'autre à six roues accouplées.

La locomotive à quatre roues accouplées (fig. 193) est surtout employée sur la ligne de *Saint-Pétersbourg à Varsovie*. C'est une puissante locomotive

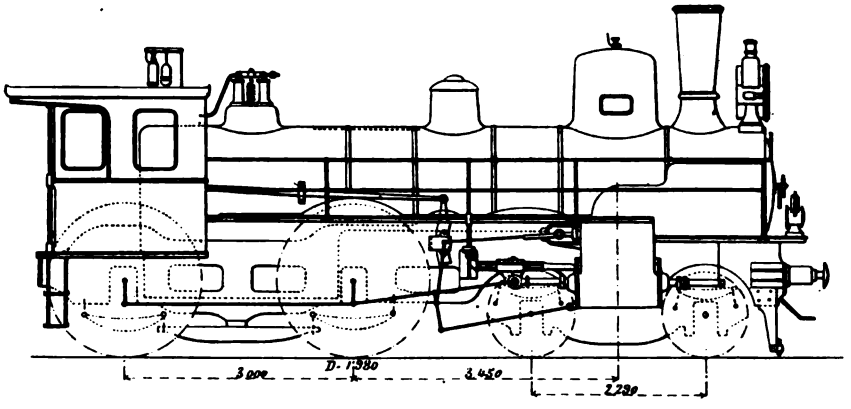


Fig. 193. — Locomotive à grande vitesse de l'*État russe* (Saint-Pétersbourg à Varsovie; antérieurement Grande Société russe).

à bogie, à châssis intérieur et à cylindres extérieurs. Le foyer, profond, dont la longueur extérieure est de 2.60 m., plonge entre les deux essieux

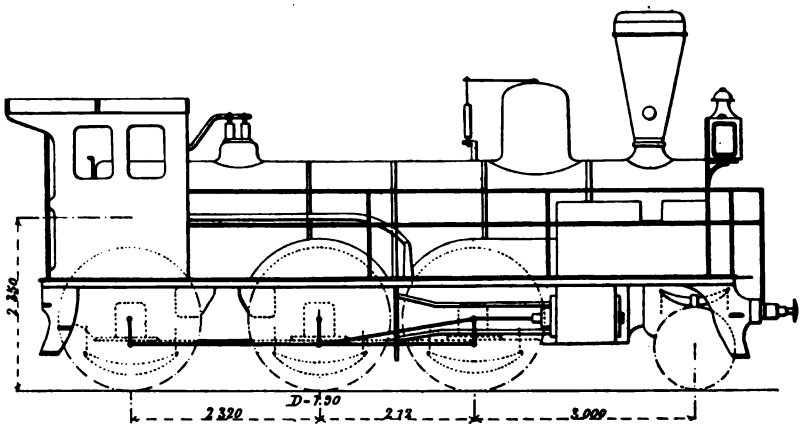


Fig. 194. — Locomotive à grande vitesse de l'*État russe* (Saint-Pétersbourg à Moscou; antérieurement Grande Société russe).

accouplés espacés de 3,00 m. ; surface de chauffe, 141 m² ; surface de grille, 2,40 m².

Cette machine est du type compound à deux cylindres, Worsdell et von Borries. Les cylindres à haute et basse pression ont respectivement 0,460 m. et 0,670 m. de diamètre avec une course commune de 0,650 m. Les tiroirs, du système Trick, sont au-dessus des cylindres, la distribution est du type Joy.

Les roues accouplées ont 1,98 m. de diamètre. L'empattement total est de 7,595 m. Les ressorts des essieux arrière sont conjugués par des balanciers longitudinaux. Le bogie est à pivot sphérique avec rappel par menottes.

Cette locomotive pèse 51 t. en ordre de marche dont 26,20 t. sur les essieux accouplés. Elle remorque des trains de 200 t. à la vitesse moyenne de 55 km.

Tender à trois essieux de 13,80 m³. pesant 34,50 t. en charge.

La locomotive à six roues accouplées, du type Mogul (fig. 194), est plus particulièrement employée sur la ligne *Nicolas*. Comme la précédente, elle est du type compound à deux cylindres, Worsdell et von Borries. Les cylindres à haute et basse pression ont respectivement des diamètres de

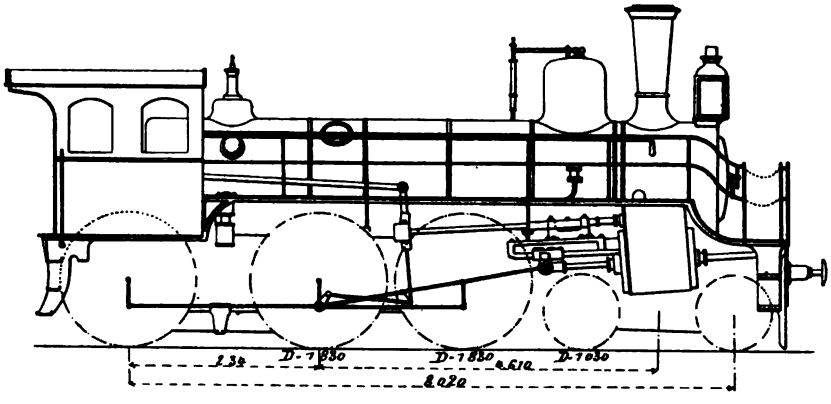


Fig. 195. — Locomotive à grande vitesse de l'*État russe* (Vladicaucase).

0,480 m. et de 0,720 m. avec une course de 0,650 m. Distribution Joy extérieure.

Les six roues accouplées ont un diamètre de 1,90 m. et les roues porteuses un diamètre de 1,13 m. L'empattement total est de 7,44 m. dont 4,44 m. d'empattement fixe.

Ces deux machines ont de vastes foyers, surtout en vue de permettre l'usage du bois comme combustible.

Sur la ligne du *Vladicaucase* on emploie une locomotive à six roues accouplées de 1,83 m. et à bogie, pesant 58,60 t. en charge dont 38,40 t. seulement sur les essieux accouplés, qui est représentée par le schéma de la figure 195.

La maison Baldwin, de Philadelphie, a construit en 1896, pour les lignes du *Sud-Est russe* et du chemin de fer de *Vladicaucase*, des locomotives appartenant à deux types différents.

L'une de ces machines, destinée au remorquage des trains de voyageurs, est à six roues accouplées et à bogie (fig. 196) ; l'autre est une machine à

marchandises, du type *Consolidation*, à huit roues accouplées, avec un bissel à l'avant des cylindres.

Ces locomotives ont été construites d'après des plans et suivant des types américains ; les seules modifications qui y aient été apportées, consistent dans l'adoption de foyers en cuivre, et dans le remplacement de l'attelage central et du chasse-bœufs américain par un attelage à tampons latéraux et à tendeur et par des chasse-pierres ordinaires.

Elles sont toutes disposées pour brûler du pétrole. Les chaudières, en

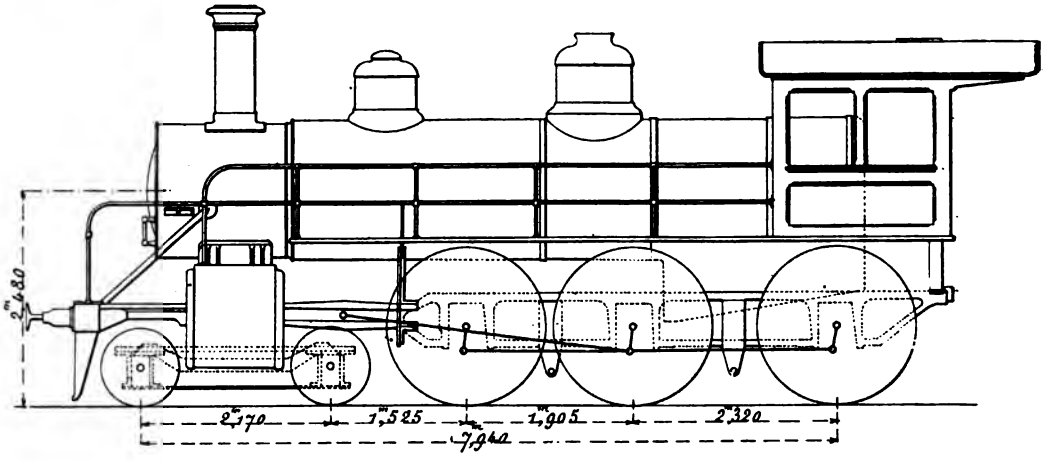


Fig. 196. — Locomotive mixte de l'*État russe* (Baldwin, États-Unis).

acier, sont à foyer Crampton, avec boîte à fumée prolongée. Le dôme est placé sur la première virole.

Les longerons sont en fer martelé, du type américain. Les centres des roues sont en acier moulé.

Ces machines sont du type compound Vauclain, à quatre cylindres actionnant deux à deux une même bielle motrice. Dans les machines express, le grand cylindre, de chaque côté, est superposé au petit. La disposition inverse a été adoptée pour les machines à marchandises, à cause du faible diamètre des roues.

Elles sont munies de deux injecteurs Sellers, type 1887, et d'un graisseur Nathan.

Le tablier est placé au-dessus des roues et l'abri se trouve très haut. Cet abri, en bois, est disposé comme dans les machines américaines, avec portes sur l'avant et fenêtres à glaces mobiles sur les côtés.

Les machines express sont accompagnées chacune d'un tender du type européen, à six roues et à châssis extérieur.

	MACHINES à voyageurs.	MACHINES à marchandises.
Diamètre des cylindres. Haute pression	0,355 m.	0,342 m.
Diamètre des cylindres. Basse pression	0,650 m.	0,711 m.
Course commune des pistons	0,660 m.	0,660 m.
Longueur intérieure du foyer	2,030 m.	2,130 m.
Largeur —	0,914 m.	1,160 m.
Epaisseur des parois en cuivre du foyer	12,7 mm.	12,7 mm.
Epaisseur des tôles de la chaudière	16 mm.	»
Nombre de tubes	223	259
Longueur des tubes	4,350 m.	4,110 m.
Diamètre des tubes	0,051 m.	0,051 m.
Surface de grille	1,85 m².	2,47 m².
Surface de chauffe	147,90 m².	183,76 m².
Timbre de la chaudière	12,66 kg.	12,66 kg.
Empattement total	47,94 m.	6,50 m.
— fixe	4,27 m.	4,10 m.
Diamètre des roues. accouplées	1,850 m.	1,270 m.
Diamètre des roues. porteuses	0,902 m.	0,914 m.
Poids adhérent en charge	45 t.	52 20 t.
Poids total en charge	63 t.	58 95 t.

Les chemins de fer du *Sud-Ouest russe* ont mis en service, en 1891, un type de locomotive compound tandem à quatre cylindres et à bogie (fig. 197), étudiée par MM. Mallet et de Glehn, et dont nous parlons dans le chapitre réservé aux *Locomotives compound*. Il présente une certaine analogie avec les locomotives de l'*État hongrois* décrites ci-dessus. Ces machines ont des roues, accouplées de 2,00 m. de diamètre ; le diamètre des cylindres est respectivement de 0,330 m. et 0,500 m. avec une course de 0,600 m. La chaudière est timbrée à 11 kg. Les boîtes à tiroirs sont disposées entre les longerons.

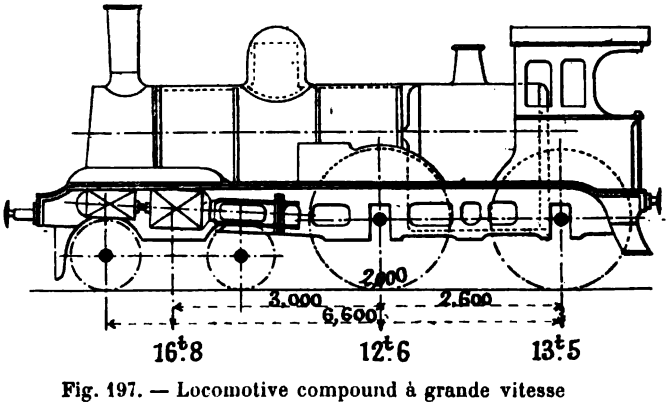


Fig. 197. — Locomotive compound à grande vitesse du *Sud-Ouest russe*.

PAYS DIVERS

53. Nous classerons sous cette rubrique les locomotives appartenant à des contrées dont la pratique ne présente pas de particularités assez importantes ou nouvelles pour que leur étude puisse constituer un paragraphe isolé.

Espagne. — L'Espagne, comme la Russie, s'est intentionnellement isolée du réseau général en adoptant une voie de largeur plus grande que la cote normale de 1,45 m. entre les rails.

Les types dits du *Bourbonnais* ont été très en faveur à l'origine, et composent une grande partie du matériel.

Parmi les types spéciaux on peut citer les suivants :

Le chemin de fer du *Nord de l'Espagne*, qui possède sur sa ligne principale de Irun à Madrid deux passages importants de montagnes, a fait construire vers 1862 un type puissant de machine à huit roues accouplées.

D'autre part, la ligne de Alar del Rey à Santander offre près de Reinosa une section très sinueuse et accidentée, desservie par des machines-tenders à six roues accouplées et à bogie du système Vaessen de l'usine de Saint-Léonard, à Liège.

La ligne de *Madrid à Cacérès* a fait construire des machines de vitesse sur le premier type à bogie du Nord, à cylindres intérieurs et à bâtis extérieurs.

Le chemin du *Nord de l'Espagne* possède quelques machines récentes à quatre roues accouplées, à bogie et à cylindres extérieurs.

Machine express à quatre roues accouplées et à bogie des Chemins de fer de l'État danois. — Cette locomotive est à quatre roues accouplées à cylindres extérieurs et à longerons intérieurs (fig. 198).

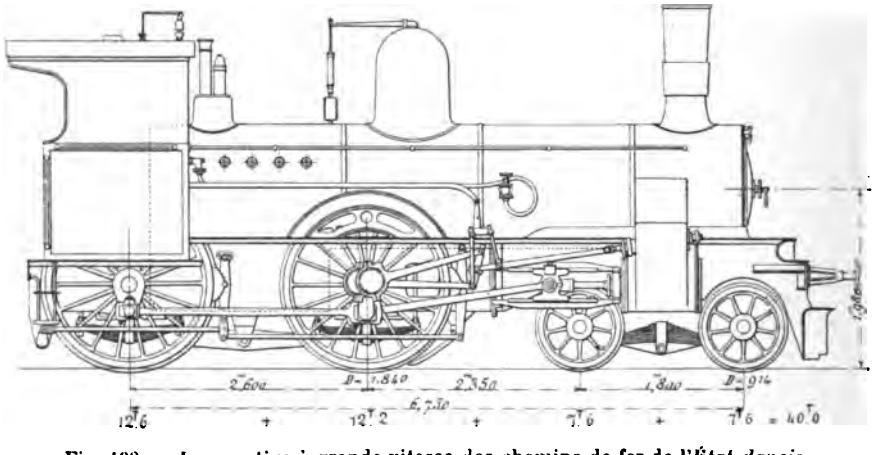


Fig. 198. — Locomotive à grande vitesse des chemins de fer de l'*État danois.*

Le foyer, très profond et muni d'une voûte en briques, descend entre les deux essieux accouplés. L'avant est supporté par un bogie.

L'écartement des deux cylindres d'axe en axe est de 1,940 m., leur diamètre et la course des pistons sont respectivement de 430 et de 660 mm. Les tiroirs, inclinés, sont placés au-dessus des cylindres.

La chaudière, timbrée à 12 kg., a son axe à 1,980 m. au-dessus des rails. Le corps cylindrique, télescopique, a un diamètre extérieur de 1,30 m. ; il renferme 172 tubes de 48 mm. de diamètre extérieur.

La boîte à feu mesure 1,780 m. de longueur extérieure.

La surface de chauffe totale est de 88 m² dont 9,25 m² de surface directe.

La grille, horizontale, a une surface de 1,77 m².

La boîte à fumée, qui forme le prolongement du corps cylindrique, a une longueur de 1,231 m.; elle est surmontée d'une cheminée légèrement tronconique de 1,32 m. de hauteur et de 420 mm. de diamètre.

Un dôme de 600 mm. de diamètre est monté vers le milieu du corps cylindrique et renferme un régulateur à col de cygne.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,84 m. et celles du bogie un diamètre de 0,914 m.

L'empattement total est de 6,75 m., l'écartement des essieux étant de 2,60 m, et celui des essieux du truck de 1,80 m.

Les ressorts des essieux moteur et accouplé, placés sous les boîtes, sont conjugués par des balanciers ; le bogie est du type américain à déplacement latéral avec rappel par menottes.

Cette machine est munie d'un frein à vide automatique à quatre sabots, à double éjecteur agissant, sur les roues accouplées, et d'une sablière à vapeur.

Comme la plupart des locomotives de l'*Etat danois*, elle porte un indicateur de vitesse Strondley commandé par une courroie.

Le tender, à six roues, peut recevoir 10 m³ d'eau, son poids en charge est de 27 300 kg.

Le poids de la machine est de 39 000 kg. à vide et de 42 000 kg. en service : le poids adhérent est de 26 000 kg.

Locomotive-tender des Chemins de fer de l'Etat danois. — Cette locomotive (fig. 199) destinée au service des trains de voyageurs de banlieue présente sous beaucoup de rapports une grande analogie avec la machine express de la même administration précédemment décrite. C'est une élégante machine, mais peu puissante, de type quelque peu anglais, à quatre roues accouplées encadrant le foyer, qui est profond, et comprises entre deux essieux porteurs dont l'un est placé immédiatement à l'arrière des cylindres et l'autre sous les caisses à l'arrière.

Ces caisses à eau sont au nombre de trois, à savoir : deux caisses latérales ne dépassant pas, vers l'avant, les roues motrices, une caisse transversale placée à l'arrière, derrière la plate-forme et surmontée de la soute à combustible. Un abri très complet, formé par le prolongement des parois de ces caisses recouvre entièrement la plate-forme.

Le foyer, profond, est en cuivre et se trouve consolidé par des tirants verticaux ; l'enveloppe de la boîte à feu est du type Crampton. Le corps cylindrique est formé de deux viroles présentant le diamètre minimum intérieur de 1,152 m. ; il renferme 140 tubes de 48 mm. extérieurement. Les surfaces de grille et de chauffe totale sont respectivement de 1,30 m². et de 72,47 m². Timbre : 10 kg.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont un diamètre de 0,430 m. avec une course de piston de 0,610 m. Les coulisses, du type Allan, sont extérieures. Toutes les têtes de bielles sont à rattrapage de jeu.

Le diamètre des roues accouplées est de 1,71 m., celui des roues por-

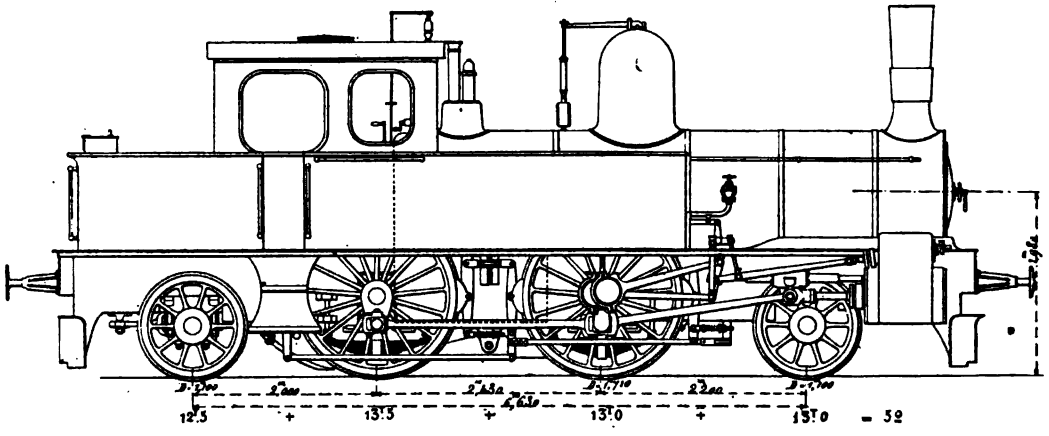


Fig. 199. — Locomotive-tender de banlieue de l'*État danois*.

teuses de 1,100 m. L'empattement fixe est de 2,43 m., écartement des essieux accouplés. L'empattement total est de 6,63 m. ; les deux essieux porteurs, placés dans les bouts, appartiennent à des bissels chargés par des ressorts transversaux renversés et à rappel par menottes.

Les ressorts des roues accouplées sont placés sous les boîtes et conjugués de chaque côté par un balancier longitudinal.

Le régulateur, à tringle de manœuvre et tuyaux intérieurs, est placé à l'intérieur d'un dôme assez élevé portant une soupape à balance ; deux autres soupapes à charge directe sont placées au-dessus du foyer.

Le relevage s'opère par un levier.

Cette machine est munie de deux sablières, permettant le démarrage dans les deux sens de la marche, et placées sous le tablier.

Cette locomotive pèse 41,20 t. à vide et 52,00 t. en charge avec 6 t. d'eau et 2 t. de charbon dans les caisses.

État suédois. — Les locomotives employées par les chemins de fer de l'Etat suédois ont eu d'abord beaucoup d'analogie avec les machines

anglaises. Elles sont à cylindres extérieurs, mais à longerons et à distribution intérieurs. Ce sont en général des machines très légères.

Le bogie est appliqué depuis un assez grand nombre d'années aux locomotives à quatre et six roues accouplées.

On trouvera (fig. 200) la vue extérieure du type le plus récent de machines à voyageurs qui sont à quatre roues accouplées et à bogie, avec longerons intérieurs et à cylindres extérieurs. Elles sont remarquables par leur légè-

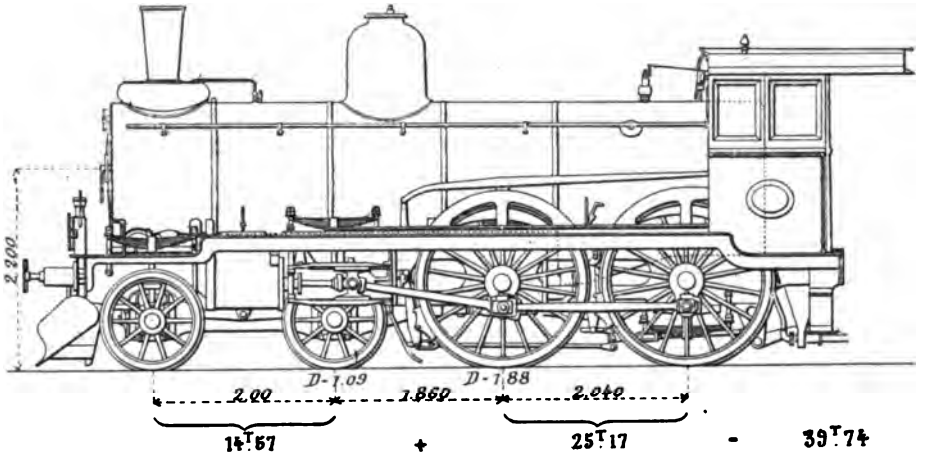


Fig. 200. — Locomotive à grande vitesse de l'*État suédois*.

reté, leur poids en charge ne dépassant pas 39,74 t., dont 25,17 t. de poids adhérent.

Le foyer, à grille inclinée, passe au-dessus de l'essieu accouplé arrière ; il est en cuivre, et comporte, malgré sa faible profondeur, une voûte en briques et une porte à déflecteur. Le ciel du foyer est armé par des entretoises vissées dans les deux plaques ; le berceau est néanmoins cylindrique et du type Crampton. Les deux rangées antérieures d'entretoises sont à coulisse, ce qui permet la libre dilatation de la plaque tubulaire.

Le corps cylindrique est composé de trois viroles assemblées bout à bout et comportant des couvre-joints à l'extérieur seulement. Bien que son diamètre intérieur soit de 1,324 m., les tôles en acier n'ont que 13 mm. d'épaisseur ; le timbre, il est vrai, n'est que de 10,54 kg. Les tubes, au nombre de 167, ont un diamètre extérieur de 50 mm. et une longueur, entre plaques, de 3,955 m. ; ils sont en acier.

La cheminée, tronconique, est en fonte, et se trouve montée sur une embase, de forme spéciale, destinée à retenir les étincelles. Cette embase a la forme d'un large tronc de cône renversé, à génératrices courbes, et en contient un autre concentrique et plus petit, au centre duquel pénètre la tuyère d'échappement. Ces deux cônes, venus de fonte ensemble, sont reliés

par des cloisons courbes, en forme d'aubes, qui communiquent aux produits de la combustion un mouvement hélicoïdal et séparent les escarbilles des gaz, par différence de densité. Les escarbilles vont frapper le fond supérieur du cône et retombent dans la boîte à fumée.

Le corps cylindrique porte en son milieu un dôme, de dimensions moyennes, qui renferme le régulateur à tringle et à tuyaux intérieurs. Une soupape à charge directe est placée sur ce dôme.

Les cylindres, horizontaux, sont placés, extérieurement, entre les roues du truck qui se trouve reporté sur l'arrière, l'empattement total n'étant que de 5,90 m. Les pistons, en acier moulé et légers, sont rivés sur les tiges. Les crosses sont du type ordinaire, à deux glissières, et les bielles à rattrapage de jeu, avec têtes fermées. Les tiroirs, placés horizontalement au-dessus des cylindres, sont équilibrés et commandés par un renvoi de mouvement, les excentriques et les coulisses étant placés à l'intérieur, entre les longerons. Le relevage a lieu par une manœuvre à vis placée du côté gauche.

Les longerons, en tôle d'acier de 30 mm., sont évidés et présentent une faible hauteur. Ils sont entretoisés, vers le haut, à l'avant du foyer, et, au milieu, un peu à l'avant de l'essieu moteur, par une forte traverse en acier moulé, qui porte le pivot du truck. Ce dernier est en effet un bissel à deux essieux, dont l'articulation est reportée à 1,40 m. en arrière de l'essieu postérieur. Le rappel est obtenu par des menottes inclinées, articulées à la traverse avant du truck, d'une part, et à l'entretoise du châssis qui supporte la boîte à fumée, d'autre part. Le truck lui-même ne comporte aucun organe de suspension. Les ressorts des essieux du bissel, reliés entre eux, de chaque côté, par un balancier longitudinal, sont placés au-dessus des longerons de la machine, auxquels sont articulées leurs tiges de pression. Ces ressorts chargent directement les boîtes, par l'intermédiaire de chandelles, terminées à leur partie inférieure par des galets qui roulent sur les dessus des boîtes quand les essieux se déplacent dans les courbes.

Les ressorts des roues accouplées sont situés, pour l'essieu moteur au-dessus, pour l'autre essieu au-dessous des boîtes ; comme ils sont conjugués deux à deux par les balanciers longitudinaux, la machine se trouve suspendue sur quatre points.

Les dimensions principales de ces machines sont :

Longueur extérieure du foyer	2,250 m.
— intérieure —	2,056 —
Largeur intérieure	0,958 —
Surface de grille	1,90 m²
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1,324 m.
Epaisseur des tôles	13 mm.
Timbre	10,54 kg
Longueur des tubes entre plaques	3,955 m.

Nombre de tubes	167
Surface de chauffe totale	112,32 m²
Diamètre et course des pistons	0,420 × 0,570 m.
Diamètre des roues accouplées	1,880 m.
— — du truck	1,090 —
Empattement fixe	2,040 —
— total	5,900 —
Poids total en charge	39,743 kg
— adhérent	25,175 —

Cette locomotive est accompagnée par un tender à trois essieux, pouvant recevoir 14 000 lit. d'eau et 3 500 kg. de charbon.

Hollande. — Les locomotives employées sur les chemins de fer de la Hollande sont surtout de provenances anglaise et allemande; elles gardent, dans chaque cas, leurs particularités spéciales.

A titre d'exemple, nous décrirons sommairement la locomotive express du dernier modèle du chemin de fer *Central de la Hollande* (fig. 201), construite

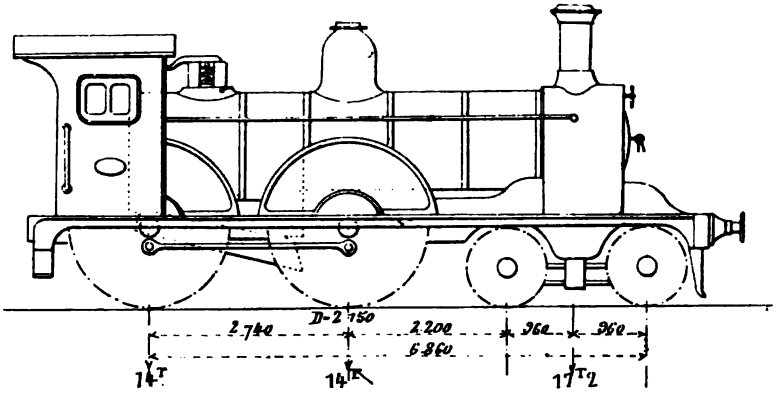


Fig. 201. — Locomotive à grande vitesse du *Chemin de fer central hollandais.*

par Neilson de Glasgow, et qui a été étudiée en vue de remorquer des trains de 200 t. machine et tender compris, à la vitesse de 90 km. à l'heure.

Les cylindres intérieurs ainsi que les longerons sont venus de fonte d'une seule pièce. Les tiroirs dont les glaces sont inclinées transversalement de 45° sont actionnés par des coulisses Stephenson avec relevage par-dessous.

La chaudière, timbrée à 10 kg, est en fer de Lowmoor. Le diamètre moyen du corps cylindrique est de 1,289 m. ; il contient 217 tubes de 3,20 m. de longueur utile. Le foyer, du type Belpaire, s'étend au-dessus de l'essieu arrière ; la grille inclinée a une surface de 2,14 m². La surface de chauffe totale est de 113,10 m² dont 10,30 m² de surface directe. Un dôme, placé vers l'arrière du corps cylindrique, renferme un régulateur, à tringle de manœuvre intérieure,

La boîte à fumée qui fait saillie sur le corps cylindrique, est surmontée d'une cheminée assez courte.

Les roues accouplées ont un diamètre de 2,15 m. et celles du bogie un diamètre de 1,09 m ; ces roues, en acier moulé, sont munies de bandages Krupp. Les ressorts des roues accouplées sont placés sous les boîtes.

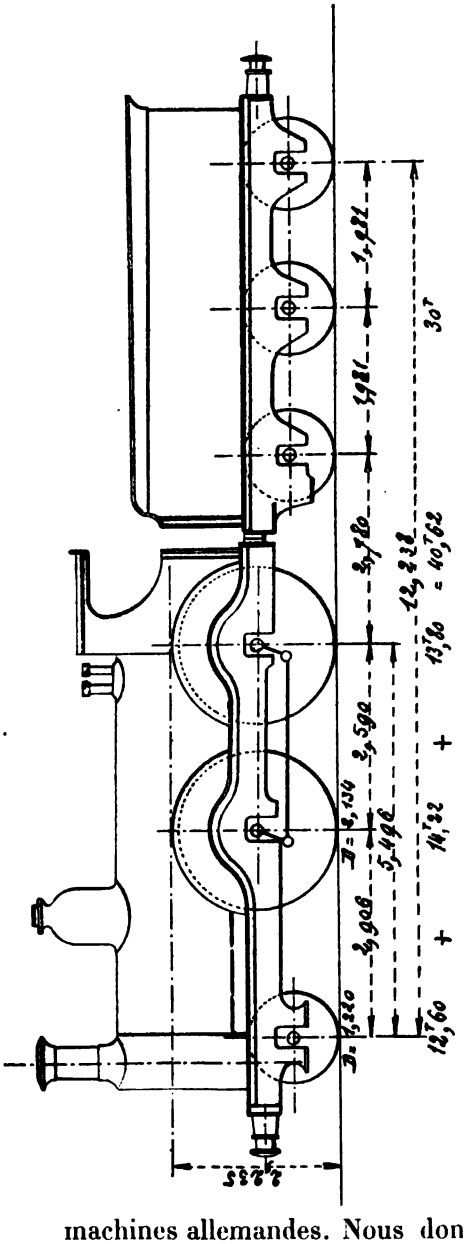


Fig. 202. — Locomotive à grande vitesse de l'*État hollandais*.

Les longerons sont entaillés à l'avant pour le passage des roues du bogie qui est du type Adams.

L'empattement total est de 6,86 m., l'écartement des essieux accouplés étant de 2,74 m. et celui des essieux du truck de 1,92 m.

Cette machine est munie du frein Westinghouse, son poids en service est de 45 120 kg. dont 28 000 kg. sur les roues accouplées.

Les *chemins de fer de l'Etat hollandais* emploient un type anglais analogue, à châssis extérieur et à cylindres extérieurs (fig. 202), ayant une surface de grille de 2,18 m² et une surface de chauffe totale de 101,28 m². Le diamètre des roues motrices est de 2,134 m avec un empattement de 5,496 m. Les cylindres ont 0,460 m. × 0,660 m. Le poids en charge est de 40,70 t. Le tender, à six roues, pèse 30 t. en charge avec 12,000 litres d'eau et 3 t. de charbon.

Roumanie. — Les locomotives employées sur les chemins de fer roumains, de diverses provenances, sont en général traitées dans le style des machines allemandes. Nous donnerons deux exemples, l'un d'une machine à voyageurs, l'autre d'une machine à marchandises. La machine à voyageurs est à quatre roues accouplées de 1,90 m. et à bogie avec châssis intérieur et cylindres extérieurs de 0,440 m. × 0,610 m. La chaudière est timbrée à 10 kg., le corps cylindrique est assez long et dépasse sur l'avant

les cylindres et le truck. Le foyer, du type Belpaire, mesure 2,370 m. de longueur extérieure et passe au-dessus de l'essieu arrière. Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 2,10 m² et de 111,40 m².

L'empattement total est de 6,215 m. dont 2,245 m. seulement d'empattement fixe. Poids en ordre de marche, 42 t. Le tender peut contenir 10 m³ d'eau et pèse 32,40 t. en charge.

La figure 203 représente un type de locomotive à huit roues accouplées destiné au service des marchandises sur les lignes accidentées et construit par la Société alsacienne. Ces machines présentent une grande analogie avec

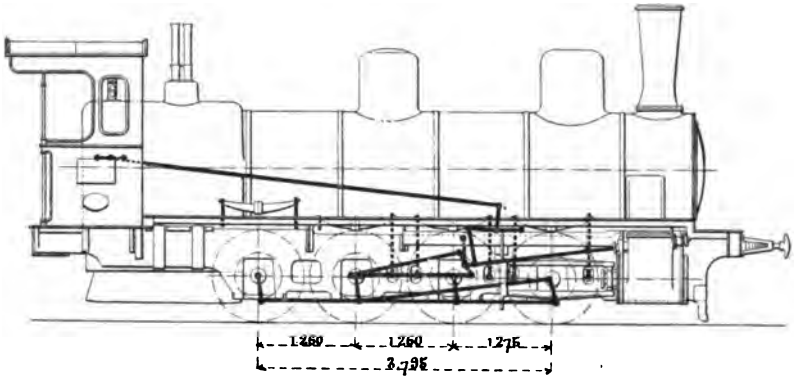


Fig. 203. — Locomotive à huit roues accouplées des *Chemins de fer roumains.*

les locomotives de la même classe usitées par certains réseaux français. Les quatre essieux accouplés sont groupés sous le corps cylindrique, l'empattement total se trouvant réduit à 3,795 m. Les cylindres sont extérieurs ainsi que la distribution qui est du type Gooch.

La chaudière est timbrée à 10 kg.

Le foyer, placé en porte à faux, présente une surface de grille de 1,84 m² ; le corps cylindrique, dont le diamètre moyen est de 1,380 m., renferme 190 tubes d'une longueur utile de 4,970 m. La surface de chauffe totale est de 144,10 m².

Les cylindres ont un diamètre de 0,500 m. et la course des pistons est de 0,630 m.

Le diamètre des roues est de 1,189 m.

Le poids en ordre de marche est de 47,35 t.

Les principaux accessoires, enveloppe de la chaudière et du dôme, abri, cheminée, soupapes, etc., sont de types allemands.

Cette locomotive est accompagnée d'un tender à trois essieux pouvant prendre 9 300 kg. de combustible et 10 300 lit. d'eau ; son poids en charge est de 33,30 t.

ÉTATS-UNIS

54. Généralités sur les chemins de fer américains. — Les chemins de fer se sont développés aux États-Unis sous un régime de liberté absolue qui a singulièrement favorisé leur extension, souvent aux dépens, disons-le, de leur prospérité. D'innombrables Compagnies se sont formées, couvrant de leurs rails les États même les plus pauvres de l'Union et cette absorption immense de capitaux fixes, mal rémunérés, a été cause de crises financières répétées et funestes. Il eût mieux valu, dans bien des cas, que ces capitaux fussent employés à des usages plus productifs qu'à la création de voies ferrées parallèles, souvent hâtivement construites et se disputant un maigre trafic, ne fût-ce même qu'à la création de réseaux moins enchevêtrés, mais plus solidement établis. Une expérience chèrement acquise corrige peu à peu les erreurs des premiers jours; les entreprises inconsidérées sont devenues plus rares et les Compagnies restées debout se sont fortifiées; il en existe actuellement quelques-unes très puissantes et dont la solidité ou la prospérité est comparable à celle des plus puissantes administrations de l'Europe.

Les diverses lignes américaines dont la construction s'est plus ou moins ressentie, au début, de cette hâte dans leur construction et de l'insuffisance des ressources des Compagnies, n'offrent pas entre elles une similitude comparable à celle qui rapproche les grands réseaux de l'Ancien Monde. L'Amérique, en tant que pays jeune encore, dans la première phase de son développement, présente, suivant les régions, des conditions très différentes. Certaines régions sont très peuplées, bien cultivées, riches; les choses y ont acquis la stabilité des vieux pays; d'autres ne renferment que des colonies naissantes tandis que certaines se trouvent encore désertes et sauvages. Le problème comporte donc, suivant les lieux, des données différentes et le principal mérite des Américains a peut-être été de comprendre que les solutions ne devaient pas offrir moins de variété.

Dans la partie ancienne du pays, c'est-à-dire dans les régions de l'Est, les travaux d'art et la voie n'ont rien à envier aux meilleures lignes européennes; mais, à mesure que l'on s'avance vers l'Ouest, on retrouve davantage les caractères classiques d'établissement et d'exploitation sous lesquels les chemins américains sont connus de tous.

Ce qui frappe à première vue, c'est l'extrême économie avec laquelle ont été construits les chemins de fer aux États-Unis, surtout dans les régions du Centre et de l'Ouest, qui ne sont formées que d'une immense plaine bien nivelée où l'on n'a eu, pour ainsi dire, qu'à poser les traverses et les rails.

L'ingénieur américain considère toujours comme plus économique de développer la ligne pour éviter, quand il se peut, les travaux d'art. De là le très petit nombre de tunnels que l'on rencontre, même dans les pays de montagnes. Il n'y a presque pas de passages en dessus, les routes et les rues croisant les lignes par des passages à niveau qui ne sont que rarement gardés.

Les voies sont à peu près partout composées des mêmes éléments; elles ne diffèrent guère que par un soin plus ou moins grand apporté à leur établissement ou à leur entretien.

Le rail uniformément adopté est du type Vignoles pesant de 30 à 48 kg. le mètre courant, il est toujours fixé aux traverses par des crampons. Les éclisses sont généralement beaucoup plus longues qu'en Europe et comportent d'ordinaire six boulons. Quelques Compagnies emploient maintenant des éclisses cornières dont les patins horizontaux sont fixés aux traverses du joint à l'aide de crampons. Les joints sont parfois appuyés, mais le plus souvent placés en porte à faux.

Les traverses se font en essences de bois variables suivant les localités, mais surtout en chêne blanc. Elles sont d'assez fort équarrissage et extrêmement rapprochées, leur distance d'arête en arête étant parfois inférieure à leur largeur.

Ces voies ont quelques très bons éléments; cependant, si l'on en excepte les grandes lignes de l'Est, elles sont souvent inférieures aux voies européennes. Les patins des rails pénètrent rapidement dans les traverses, et, faisant ressort lorsque la charge a cessé d'agir, arrachent les crampons dont la tenue dans les traverses est médiocre. Le ballast est très souvent insuffisant et l'extrême rapprochement des traverses empêche le bourrage.

L'entretien des voies américaines est en outre très difficile, eu égard au prix de la main-d'œuvre, à l'énormité des distances et au manque de ressource de certaines régions traversées; le personnel a forcément un caractère nomade peu favorable à sa valeur. En outre, ces voies, tout au moins dans le Nord et dans le Centre, sont gelées pendant quatre ou cinq mois consécutifs.

Dans la région de l'Est, on a peu à peu remédié à ces inconvénients, et les voies des grandes lignes aboutissant dans la région de New-York, composées de rails très longs et très lourds, sont à la fois solides et douces. Il faut, dès maintenant, pénétrer assez loin vers l'Ouest, pour trouver des voies fort défectueuses.

Quoi qu'il en soit, le grand rapprochement des traverses permet aux États-Unis des charges d'essieux qui ne sont pas encore admises en Europe, même en Angleterre, et qui vont jusqu'à 22 t.

A l'heure actuelle, les États-Unis possèdent un réseau de chemins de fer

de près de 285 000 km. en exploitation, soit 36 km. pour 10 000 habitants on 38 fois plus qu'en France (grandes Compagnies seulement).

Au lieu d'un centre unique d'où rayonne tout l'ensemble du réseau, on trouve en Amérique plusieurs centres distincts dispersés sur l'ensemble du territoire, New-York (ou plutôt son faubourg, Jersey-City), Philadelphie, Cincinnati, Saint-Louis, et surtout Chicago.

Le réseau américain n'a pas été systématiquement organisé comme le nôtre, et les six cents et quelques Compagnies qui se partagent sa propriété sont fort inégalement réparties sur le sol du Nouveau Monde, au gré, soit de la spéculation, soit plutôt du développement réel ou prévu des différentes régions, des ressources qu'elles peuvent offrir et des facilités qu'elles présentent pour l'établissement des voies ferrées. Ces réseaux s'enlacent étroitement; il est impossible d'en résumer en quelques mots la configuration générale. Nous nous bornerons à rappeler que les deux Compagnies principales, celles qui, de l'aveu de tous, se trouvent dans la situation la plus prospère, et peuvent être considérées comme donnant, de l'autre côté de l'Atlantique, le signal des innovations et des perfectionnements matériels sont *Pennsylvania Railroad* et le *New-York Central and Hudson River Railroad.*

Certaines Compagnies, pourtant moins importantes que les précédentes, possèdent des réseaux d'une étendue inconnue ailleurs : l'*Union Pacific*, avec 15 000 km., le *Southern Pacific* et le *Canadian Pacific*, avec 9 500 km. chacun, etc.

Les Compagnies américaines possédaient dans leur ensemble, au 1er janvier 1896, 37 000 locomotives dont environ 11 000 à voyageurs. Le *New-York Central* en possédait seul 1 240, soit 0,31 par km. et le *Pennsylvania* 2 200, soit 0,26 par km.

Aux États-Unis, les Compagnies ont cherché la réduction des frais d'exploitation dans l'augmentation du tonnage des trains et dans la réduction de leur nombre. Pour remorquer ces trains lourds dont la marche est parfois rapide et n'est jamais lente, les Américains ont dû construire des locomotives plus puissantes qu'aucune de celles qui circulent sur les réseaux européens (fig. 204) et leur demander presque continuellement le maximum de travail qu'elles sont en état de produire. Ils ont recherché l'économie finale, non dans celle du combustible dont la dépense, dans un pays où son prix est peu élevé, ne forme en réalité qu'une fraction assez minime des frais de traction, mais dans l'économie de la main-d'œuvre, dans la réduction du prix d'établissement des machines et dans l'accroissement des kilomètres-machines par rapport au tonnage kilométrique.

Les ingénieurs américains estiment que, tout au moins en face des conditions qui s'imposent chez eux, avec une main-d'œuvre très chère et exigeante, une concurrence acharnée, un taux d'intérêt élevé, un combustible à bas prix,

ce système d'exploitation est celui qui donne les meilleurs résultats. Ils croient qu'en employant la double équipe et en prolongeant le service de leurs machines aussi longtemps que l'état de leur chaudière n'exige pas un lavage, en un mot leur faisant produire tout ce dont elles sont capables et pendant le plus de temps possible, en les utilisant au point de vue commercial dans toute la mesure admissible, ils arrivent à réaliser, par la réduction du personnel et du nombre des machines, d'importantes économies qui compensent largement les frais supplémentaires inhérents à un tel système. Leur idéal paraît être d'avoir à leur effectif un nombre aussi restreint que possible de locomotives et de les remplacer fréquemment après usure. Ce renouvellement à courte échéance leur permet en tous cas de posséder, tout au moins pour le service des voyageurs, une grande proportion de machines puissantes et de types récents.

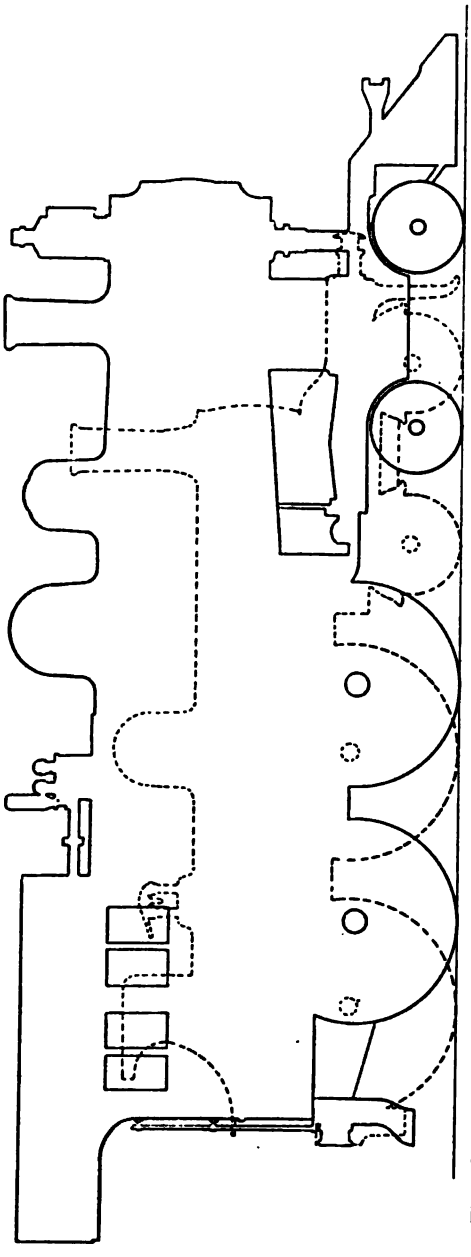


Fig. 204. — Superposition, à la même échelle, d'une locomotive américaine (*Pennsylvania R. R.*) (traits pleins) et d'une locomotive européenne (*Caledonian Railway*) (traits pointillés); toutes deux à cylindres extérieurs.

On ne devrait pas croire cependant que toutes les locomotives employées aux États-Unis dépassent beaucoup en puissance les machines européennes. Les nouvelles et puissantes machines, les seules dont nous nous occuperons et qui représentent les tendances actuelles, ne forment encore qu'une partie de l'effectif, mais elles sont chargées des trains les plus importants et présentent seules un grand intérêt.

L'exploitation américaine par trains espacés et lourds est, on le voit, le contre-pied de la pratique suivie en Angleterre qui répond à d'autres besoins.

Son principal inconvénient consiste dans la difficulté à peu près insurmontable d'augmenter suffisamment les vitesses en maintenant à un taux aussi élevé le poids des trains, aussi a-t-il fallu se départir de cette tendance pour les quelques trains très rapides qui circulent dans les Etats de l'Est; on a dû limiter leur tonnage au chiffre relativement modeste de 200 à 250 t.

Le poids de beaucoup de trains express, tracés pourtant à des vitesses commerciales de 60 à 65 km. à l'heure, atteint couramment de 350 à 400 t., machine et tender non compris. La composition des trains de grande ligne varie de 7 à 14 véhicules, mais le plus souvent elle est comprise entre 8 et 12 voitures ; nous donnerons comme exemple la composition d'un train express du *New-York Central*, dont la vitesse commerciale est de 66 km. à l'heure :

1 fourgon à bagages	21,5 t.
2 voitures ordinaires	49,5 —
1 voiture-salon	34,0 —
7 sleeping-cars	286,0 —
1 wagon-restaurant	40,0 —
Soit 12 véhicules pesant	431,0 t.

non compris le poids des voyageurs et des bagages.

Dans les Etats de l'Ouest et du Centre, où d'ailleurs les vitesses sont un peu moindres, la charge des trains est plus considérable encore; elle atteint parfois 500 t., par exemple sur le *Chicago and North-Western*, le *Chicago Rock Island and Pacific*, etc.

Indépendamment de la question de principe exposée ci-dessus, le poids considérable de ces trains paraît devoir être attribué aux causes suivantes :

1° Grande longueur des parcours et emploi presque général de la voie unique qui rend difficile un plus grand fractionnement des trains ;

2° Absence, en beaucoup de centres importants, de trains proprement dits de grande banlieue et à l'existence d'une seule catégorie de trains peu fréquents et chargés d'un service multiple;

3° Généralisation des sleepings et voitures de luxe et grand poids mort du matériel roulant qui dépasse 1 500 kg. par voyageur pour certaines voitures récentes.

Les voitures américaines, comme les wagons, sont toutes montées sur trucks et atteignent des poids considérables. Les voitures ordinaires dites *Day-cars*, pèsent rarement moins de 25 t. et souvent 30 t.; les sleepings, dont un certain nombre est attelé à tous les express, offrent aujourd'hui un poids minimum de 40 t. et pèsent en moyenne 42 à 43 t.; le poids de certains véhicules récents dépasse même 50 t.

La vitesse n'est pas très considérable, à part certaines exceptions remarquables que nous indiquerons; elle est à peu près la même pour toutes les

catégories de trains et si les express ordinaires ne peuvent être considérés comme très rapides, en revanche, il n'y a pas de trains lents, les trains de banlieue vont très vite et les démarrages s'effectuent avec rapidité.

La vitesse commerciale des trains de voyageurs directs est ordinairement de 50 à 55 km. à l'heure ; les trains express ordinaires marchent à raison de 60 à 65 km. et les trains de banlieue vont aussi vite que cela est possible, étant donné le peu d'espacement des points d'arrêt. Enfin, dans certaines régions de l'Est, circulent des trains à très grande vitesse dont quelques-uns, dits *Limited*, sont, croyons-nous, les plus rapides du monde, tout au moins sur d'aussi longs parcours.

Il est intéressant de dire ici quelques mots de certains de ces trains remarquables tout à la fois pour leur vitesse ou leur confort.

L'*Empire State Express* qui circule entre New-York et Buffalo sur la grande ligne à quatre voies du *New-York Central* et se continue au delà jusqu'à Chicago sur les rails du *Lake Shore and Michigan Southern* est le train le plus célèbre de l'Amérique. Il fut établi régulièrement vers la fin de l'année 1891 à la suite d'un parcours d'essai très rapide effectué le 14 septembre de la même année au cours duquel un train, du poids total de 200 t. environ, accomplit en 425 minutes le trajet de 699 km. séparant New-York de East Buffalo[1].

Le train régulier se composait tout d'abord de quatre grandes voitures à bogie, d'un poids total de 117 t., remorqué par une machine à quatre roues accouplées d'un poids total de 90 t. tender compris. La durée régulière du trajet était de 8 h. 40 minutes pour une distance de 704 km. (New-York à Buffalo-Central) ; la vitesse commerciale ressortait donc à 81,6 km. à l'heure. Si l'on déduit les quatre arrêts réglementaires aux principales stations de la ligne et vingt-huit arrêts ou ralentissements imposés par les nombreux passages à niveau dans les villes ou les villages traversés, on trouve que la vitesse moyenne de marche s'élevait à 85 km. à l'heure environ.

Depuis son établissement, ce train a reçu une voiture de plus et un des véhicules ordinaires a été remplacé par une voiture de luxe, ce qui en a porté le poids à 171 t. sans la machine et le tender.

Au mois de septembre 1895, le *New-York Central* lança, entre New-York et Buffalo, un train spécial du poids net de 161 t. sans compter la machine et le tender. Ce train a parcouru en 6 h. 52 minutes les 699 km. séparant New-York d'East-Buffalo, soit à une vitesse commerciale de 101,7 km. On avait réduit à deux le nombre des arrêts réglementaires, mais on dut ralentir plusieurs fois en cours de route. Quelques jours plus tard, deux autres trains spéciaux furent lancés entre New-York et Syracuse (466 km.) ; l'un d'eux

[1] Voir notre article : *Note sur quelques express américains*, paru dans le *Génie Civil* du 10 octobre 1896.

parcourut en 135 minutes, ou à une vitesse de 105,6 km. à l'heure, les 237 km. qui séparent Albany de Syracuse.

A la suite de ces essais intéressants, la Compagnie décida d'accélérer l'*Empire State Express* dont la marche régulière est, depuis le 1er décembre 1895, fixée comme l'indique le tableau suivant :

New-York (Central Station)		8,30	h. matin.
Albany	arrivée	11,10	—
	départ	11,13	—
Syracuse	arrivée	1,58	h. soir.
	départ	2,01	—
Rochester	arrivée	3,24	—
	départ	3,25	—
Buffalo		4,45	—

La durée du trajet est, on le voit, diminuée de vingt-cinq minutes, les 704 km. étant parcourus en 495 minutes, ce qui correspond à une vitesse commerciale de 85,3 km. et à une vitesse moyenne de marche de 87,2 km., chiffres assurément très élevés étant donnée la longueur totale du parcours. La vitesse, n'étant limitée par aucun règlement, atteint jusqu'à 125 km. à l'heure sur les parties faciles.

Ce train étant le plus rapide de la ligne, on a dû, pour éviter un poids mort excessif, faire entrer dans sa composition des voitures un peu moins luxueuses que celles appelées à constituer, aux Etats-Unis, ce qu'on appelle les *Limited*, ou trains à nombre de voyageurs limité, uniquement composés de voitures de luxe *Pullmann* ou *Wagner* et dont nous verrons un peu plus loin un exemple typique. On introduisit dans sa composition au moins deux voitures de jour (*Day cars*) à l'intérieur desquelles on ne paie aucun supplément. Le poids mort de ce train ne dépasse guère 800 kg. par voyageur (toutes les places étant supposées occupées), ce qui est peu pour un express américain.

La grande ligne du *New-York Central* est une des mieux établies de l'Amérique ; entre Albany et Buffalo, sur une longueur de 480 km., elle est entièrement à quatre voies, deux des voies étant réservées aux trains lents de marchandises et de voyageurs. Les rails sont du type Vignoles, à joints appuyés, pesant 40 et 50 kg. par mètre courant ; les traverses sont très rapprochées et forment comme un plancher continu. Cette ligne est, sur toute sa longueur, exploitée par le block-système. Le profil est généralement facile et les courbes sont de grand rayon ; le trajet comporte, toutefois, une rampe de 13 mm. et une très longue rampe de 8 mm. ; sur la première, les trains sont remorqués en double traction.

Le *New-York and Chicago Limited*, qui n'a pas plus d'arrêts, met 2 h. 23 minutes de plus pour accomplir le trajet de New-York à Buffalo ; sa

vitesse commerciale n'est donc que de 66 km., mais il est plus lourd que l'*Empire State Express* (311 t.). Il se compose de cinq voitures de luxe, appartenant à la Compagnie Wagner, pour lesquelles on doit payer un léger supplément.

Ces véhicules sont de dimensions considérables ; leurs caisses ont en moyenne 21,75 m. de longueur et 24,18 m. avec les plates-formes, 2,95 m. de largeur extérieure et 2,87 m. de hauteur intérieure sous le lanterneau. Trois d'entre eux pèsent 45,4 t. à vide, l'un 40,9 t. et le cinquième 41,8 t.

En tête, se trouve une voiture mixte dont la partie antérieure constitue le fourgon à bagages, séparé par une cloison de la partie arrière occupée par un compartiment-bar pour les fumeurs, avec salle de bains, salon de coiffure, bibliothèque, lavabos, etc. La deuxième voiture est un wagon-salon dont la partie centrale, ne comportant aucune cloison, est munie de sièges articulés et tournants, recouverts en peluche et disposés sur deux rangs. A une extrémité se trouvent un salon particulier et un lavabo pour les dames, un petit salon à l'autre extrémité, un bar où l'on débite des rafraîchissements et des pâtisseries ; non loin de là est le lavabo des hommes. La troisième voiture est un sleeping du type américain ordinaire pouvant recevoir 27 voyageurs dont trois dans un petit salon particulier placé à un bout, il y a un lavabo pour les dames à une extrémité, un fumoir et un lavabo pour les hommes, à l'autre. Le second sleeping est du type à compartiments récemment introduit aux États-Unis et qui permet un isolement plus grand des voyageurs. Le poids mort est plus considérable (2 270 kg. par tête), car, pour un même poids total, ce véhicule ne peut recevoir que vingt voyageurs.

Ce poids mort est d'ailleurs dépassé par quelques sleepings Wagner, de type plus moderne, qui entrent souvent dans la composition de ce train. Cette voiture renferme sept compartiments et ne peut recevoir que douze voyageurs, soit un poids mort de 3 783 kg. Chaque compartiment renferme deux couchettes, un lavabo complet, une armoire ; deux d'entre eux sont munis de sophas et de fauteuils. Quelques-uns de ces compartiments peuvent communiquer au moyen de portes à coulisse et former de véritables appartements à l'usage des familles. Cette voiture renferme deux salles de bain et deux water-closets.

La voiture-restaurant est placée en queue du train. Elle offre les mêmes dimensions et le même poids total que les véhicules précédents et peut recevoir 30 voyageurs (cinq tables de quatre personnes et cinq tables de deux).

Extérieurement, ces voitures sont peintes en bleu avec filets et ornementations dorés ; intérieurement, elles sont garnies et décorées avec un luxe qui touche à l'extravagance. Les panneaux sont en bois fins admirablement travaillés, garnis de sculptures en bois et, dans certains cas, d'appliques

Louis XVI et Empire en bronze doré; les pavillons sont recouverts intérieurement de stuc, matière qu'on ne s'attendrait guère à trouver dans une voiture de chemin de fer. Le but de l'ingénieur, nous allions dire de l'architecte, a évidemment été de faire oublier au voyageur où il se trouve. Mais, quoi que l'on fasse, les dimensions des véhicules empêchent l'illusion d'être complète et les artifices employés par le constructeur ne servent, en somme, qu'à faire paraître ces voitures beaucoup moins grandes qu'elles ne le sont en réalité.

La *Pennsylvania Limited* (fig. 205) n'est pas moins remarquable. Ce train, qui parcourt en vingt-quatre heures les 1 600 km. séparant New-York de Chi-

Fig. 205. — Les *Pennsylvania Limited*, d'après une photographie relevée à la vitesse de 90 kilomètres à l'heure.

cago et ne s'arrête que cinq fois en cours de route, se compose de six voitures montées sur des bogies à trois essieux (*sleepings*, *buffet-cars*, *drawing-room cars* et *observation cars*). C'est un véritable et luxueux hôtel monté sur roues. La compagnie du *Pennsylvania* a, paraît-il, l'intention de réduire, d'ici quelques années, la durée totale du trajet entre les deux villes précitées à dix-huit heures, ce qui porterait la vitesse commerciale à 88 km., résultat qui serait certes remarquable, car la traversée des Alleghanies, effectuée par des rampes très longues (où les express sont actuellement remorquées en triple traction) fait perdre beaucoup de temps. C'est sans doute dans le but d'une accélération ultérieure que le *Pennsylvania* a commencé le remaniement de sa grande ligne, supprimant certains détours comportant des courbes trop raides, et envisage le doublement des voies entre Pittsburgh et Chicago.

Parmi les grands express américains, il convient encore de citer :

La *Royal Blue Line Limited* (fig. 206), qui circule successivement sur les rails du *Baltimore and Ohio*, du *Philadelphia and Reading* et du *Central Railroad of New-Jersey*, allant de New-York à Washington et vice versa

(365 km.) en cinq heures, à une vitesse commerciale un peu inférieure à 73 km. à l'heure, assez remarquable si l'on tient compte des nombreux ralentissements obligatoires; le poids de ce train est d'environ 200 t., machine et tender déduits.

La *Black Diamond Express* du *Lehigh Valley RR.*, qui parcourt une distance de 704 km. en neuf heures cinquante minutes sur une ligne des plus difficiles avec une charge nette de 200 à 290 t.

L'*Atlantic express*, du *Philadelphia and Reading RR.* qui se compose régulièrement de 7 *day-cars* pesant chacun 26,65 t. et d'un salon Pullman de 40 t., ce qui porte le poids total à 226 t. environ. En été, ce poids

Fig. 206. — Le *Royal blue*, d'après une photographie relevée à la vitesse de 80 kilomètres à l'heure.

atteint souvent 315 t. La distance de Cambden à Atlantic City est de 89 km.; ce train la franchit régulièrement en moins d'une heure. Avec les charges les plus lourdes, le temps employé pour le parcours n'excède pas cinquante-huit minutes; quand la charge est faible, la durée du parcours s'abaisse à cinquante-cinq minutes (vitesse moyenne de 97,2 km.); le 10 juin 1896, le trajet a été effectué, avec 160 t., en quarante-sept minutes (départ : 4 h. 9 minutes; arrivée : 4 h. 56 minutes), soit à la vitesse moyenne de 113 km. à l'heure, mais cette vitesse a paru excessive et les mécaniciens ont reçu l'ordre de suivre l'horaire qui fixe la durée du trajet à cinquante-sept minutes.

Depuis quelques années d'ailleurs, les Américains ont envisagé très sérieusement l'accroissement de vitesse de leurs express et ont effectué de nombreux essais en service plus ou moins régulier pour se rendre compte de ce dont étaient capables leurs machines. Avec des trains de 110 à 140 t., on a obtenu, sur de très longs parcours, des vitesses moyennes s'élevant à 110 km. à l'heure, avec un maximum de 130 km. à la descente des pentes. Par exemple,

un train spécial du *Michigan Central* a parcouru 368 km. en trois heures trente-quatre minutes cinquante-huit secondes, sur une ligne dont les deux tiers de la longueur sont en voie unique. Des trains spéciaux du *Pennsylvania RR.* (*Newspaper trains*) ont soutenu aussi des vitesses moyennes supérieures à 100 km. à l'heure.

Le service des marchandises n'est guère moins pénible aux Etats-Unis que celui des trains de voyageurs, les charges étant toujours très fortes et les vitesses moyennes assez élevées.

Le nombre des trains réguliers de marchandises est peu considérable, mais celui des trains facultatifs est proportionnellement beaucoup plus grand que chez nous. Leurs poids moyen est de 600 t. ; dans les régions à grand trafic et à profils faciles, le poids de ces trains atteint fréquemment de 1 200 à 1 300 t. Les wagons à marchandises sont tous montés sur trucks et portent de 12 à 30 t. La tendance actuelle est d'augmenter la capacité des wagons et le poids des trains.

La vitesse commerciale des trains de marchandises est généralement de 20 à 30 km. à l'heure, mais quelques réseaux mettent en service des trains accélérés de marchandises (35 à 45 km. à l'heure) et des trains rapides de denrées ou de bestiaux, tracés à 60 km. Sur quelques lignes à voie unique, les trains de marchandises, pour ne pas obstruer la ligne, marchent à la même vitesse que les trains de voyageurs.

55. Généralités sur les locomotives américaines. — On ne devra pas s'étonner, d'après les indications qui précèdent, de ce que les locomotives américaines soient très puissantes ou normalement poussées à outrance. On tire d'elles le maximum de ce qu'elles peuvent produire, aussi bien en ce qui concerne la charge remorquée qu'au point de vue de la vitesse et de la longneur des parcours. Pour en donner une idée, il nous suffira de dire que, si on excepte les chaudières brûlant de l'anthracite sur des grilles élargies (foyers Wootten), il n'est pas rare que la consommation de charbon des machines à voyageurs se soutienne sur certaines portions du parcours à raison de 800 et même de 1 000 kg. de charbon par mètre carré de surface de grille et par heure, ce qui, pour les fortes machines modernes, correspond à une production de 13 000 à 15 000 kg. de vapeur à l'heure, soit plus de 80 kg. par m² de surface de chauffe, et à un travail *moyen* de plus de 1 100 chevaux indiqués.

Le cran normal de marche maintient l'admission, même pour les express, dans les environs de 30 à 35 p. 100.

Avec d'aussi grandes introductions, la vapeur d'échappement possède encore une haute pression et comme les tuyères d'échappement, fixes, sont de petit diamètre — de 75 à 80 mm. quand les tuyères sont doubles,

de 95 à 120 mm. quand elles sont simples — il en résulte un tirage intense. Aux plus grandes vitesses, la colonne de vapeur s'échappant de la cheminée, n'est jamais directement rabattue par le vent, elle s'élève quelquefois à plusieurs mètres au-dessus de la cheminée et les coups d'échappement font un bruit assourdissant. En raison de l'extrême intensité du tirage, les gaz s'échappent à une très haute température et, malgré les toiles métalliques placées dans la boîte à fumée, il y a projection au dehors d'une quantité relativement considérable d'étincelles et de charbon incomplètement brûlé.

Les locomotives américaines paraissent ne jamais manquer de vapeur, la pression est toujours très bien tenue et généralement, comme le feu est très vif, les soupapes crachent brusquement dès que l'on ferme le régulateur.

Sur quelques grandes lignes, on a dû, aucun tender en service ne pouvant satisfaire pour de longs parcours sans arrêts à une consommation aussi considérable que celle mentionnée plus haut, avoir recours aux prises d'eau en cours de route, par les appareils Ramsbottom (*New-York Central*, *Pennsylvania RR.*).

Les locomotives américaines sont bien entretenues, surtout dans leurs parties essentielles et vitales, mais sans luxe ; on a beaucoup à leur demander et l'on tient à ce qu'elles soient toujours prêtes à répondre aux besoins. Comme en Angleterre, les mécaniciens ne sont pas des ouvriers ajusteurs ou monteurs, mais de simples conducteurs connaissant assez les machines pour en tirer le meilleur parti ; on ne leur confie du reste que les petites réparations de route les plus urgentes et on n'admet pas qu'ils s'occupent des réglages ou des serrages d'organes. Ce système a de bons côtés en ce sens qu'il donne naissance à un corps de mécaniciens aussi dociles, modestes et peu prétentieux, que peuvent l'être, dans ce pays de liberté singulière et d'initiative, les membres d'une importante corporation. Et, de fait, ces mécaniciens tirent un grand parti de leur machine au point de vue du travail à produire, sinon au point de vue de l'économie de charbon vis-à-vis de laquelle, n'ayant pas d'allocations et ne recevant pas de primes, ils se montrent d'une indifférence complète. Aussitôt le signal de départ donné, le régulateur est ouvert en grand et les coulisses restent à fond de course jusqu'à ce que la vitesse moyenne de marche soit atteinte ; parfois même, quand le train est fort lourd, elles restent dans cette position pendant toute la durée du trajet. On ne doit pas s'étonner si, dans ces conditions, les locomotives américaines soient peu économiques. On ne doit pas oublier toutefois que le charbon est en général d'un prix peu élevé aux Etats-Unis (5 à 12 fr. la t.) ; dans quelques régions, il se vend même à vil prix, de 2,50 fr. à 4 fr. la t. Certains menus d'anthracite, que l'on emploie dans quelques parties de l'Est et qui brûlent très bien dans les foyers Wootten, coûtent moins cher encore.

Les considérations générales exposées ci-dessus nous ont paru nécessaires pour expliquer certaines particularités des locomotives américaines, construites en vue de répondre à des conditions parfois très différentes de celles qui s'imposent en Europe. Ainsi le mode d'exploitation en vigueur entraîne à la création de locomotives très puissantes ; l'état normal des voies, le faible rayon de certaines courbes rend compte des dispositifs adoptés pour adoucir la marche des machines et accroître leur souplesse ; l'intensité du tirage justifie les innombrables dispositions adoptées pour éviter la projection au dehors des escarbilles, et ainsi de suite ; les machines devront en outre être adaptées à l'emploi de combustibles de natures très diverses, comme on ne peut manquer d'en trouver dans un pays aussi vaste, être simples et robustes pour satisfaire à un service très dur et être mises entre les mains d'un personnel parfois peu soigneux.

Or, ces caractères, on les retrouve, avec beaucoup d'autres, dans toutes les locomotives employées ou construites aux Etats-Unis. Quelques-uns leur ont toujours appartenu, mais dont d'autres sont au contraire d'origine toute récente ; un certain nombre de ceux qui étaient autrefois considérés comme typiques ont par contre disparu. Ce n'est pas que le nouveau matériel usité aux Etats-Unis diffère par beaucoup de côtés de l'ancien, il n'appartient à aucun type de création récente et ne résulte en réalité que du développement de types antérieurs ; les particularités qu'il comporte résident surtout dans l'accroissement général de la puissance et dans les dispositions spéciales qu'il a fallu adopter pour y satisfaire.

Le matériel se renouvelant très vite aux Etats-Unis, les anciennes machines, qui forment encore une forte proportion de l'effectif, disparaissent assez rapidement pour qu'il ne soit pas nécessaire d'en parler ici.

Quand on considère l'immense étendue de l'Amérique de Nord, de beaucoup supérieure à celle de l'Europe, la diversité des régions qu'elle comprend, le nombre considérable des Compagnies de chemins de fer et l'étendue de leurs réseaux, on est en droit de s'étonner de l'uniformité réelle et apparente des modèles de locomotives qui y sont adoptés et du petit nombre de types usités par chaque Compagnie pour des services en apparence différents [1].

Ce fait remarquable tient surtout à ce que les constructeurs, d'ailleurs peu nombreux relativement au développement des réseaux, ont plutôt jusqu'ici, à l'inverse de ce qui se passe en Europe, imposé leurs types aux Compagnies. Or, l'intérêt du constructeur est de produire au plus bas prix possible et, pour cela, il lui faut utiliser ses modèles existants et ne pas se départir de la plus grande simplicité. Il ne faut pas en conclure que ces locomotives soient mal construites ; si elles paraissent souvent peu finies, elles n'en sont pas

[1] Voir notre article sur *Les chemins de fer américains* dans le *Génie Civil* (1896).

moins très solides et rien n'est sacrifié à la condition d'apparence en dehors d'une certaine recherche dans les lignes extérieures et dans la proportion des différents organes. D'ailleurs, les Compagnies sont en partie protégées des malfaçons par les délais de garantie qu'elles imposent.

La locomotive américaine est une machine robuste, capable d'un service intensif, simple et peu coûteuse de premier achat comme d'entretien. Toutefois, on ne cherche pas à prolonger son existence et comme on lui demande beaucoup alors que certaines de ses parties ne sont pas exécutées avec tout le soin que l'on apporte en Europe à ces choses, elles s'usent très rapidement et on les démolit alors que, de ce côté de l'Atlantique, on jugerait naturel de les réparer.

Les constructeurs américains arrivent à produire des locomotives pour voie normale à un prix de 0,85 fr. à 0,90 fr. le kg. Aussi commencent-ils à s'emparer du marché dans tous les pays neufs [1] et ont-ils partiellement évincé, jusque dans les colonies britanniques, les constructeurs anglais. Cela d'ailleurs tient aussi à certaines qualités que possèdent les machines américaines qui les rendent plus propres que les autres à circuler sur des voies médiocres en vue desquelles d'ailleurs elles sont construites. Les locomotives anglaises, qui conviennent si bien sur les voies robustes et admirablement entretenues de la Grande-Bretagne, se montrent parfois aux Etats-Unis et aux colonies inférieures aux machines américaines. Elles déraillent fréquemment, s'usent et se faussent dans des conditions de service qui constituent l'élément naturel des locomotives américaines. On ne doit pas en conclure que la supériorité de ces dernières soit absolue, car elles se trouveraient peut-être aussi déplacées en Europe que les nôtres le seraient aux Etats-Unis.

Toutefois, indépendamment de leur appropriation à des conditions spéciales, les locomotives américaines présentent un grand intérêt pour les ingénieurs de tous pays, parce qu'elles renferment certains perfectionnements remarquables et sont d'une simplicité sans égale aussi bien par la réduction du nombre des organes qui les constituent que par la forme et le mode d'ajustage de ces organes.

Les Américains accomplissent, en matière de chemins de fer, des tours de force incontestables sans qu'ils aient dû pour cela recourir à des moyens compliqués ni mettre à contribution la grande fertilité de ressources et l'ingéniosité dont ils ont si souvent donné des preuves. Ils n'ont eu d'autre mérite, dans la circonstance, que de se dégager de certaines traditions qui, bien que reposant sur des bases un peu fictives, semblaient devoir enserrer la locomotive dans des limitations sévères, et d'appliquer, au développement de cette machine, leur esprit audacieux et prime-sautier. Le problème se

[1] Y compris la Russie.

posait d'ailleurs d'une façon plus impérieuse et sous une forme plus simple que partout ailleurs, dans ce vaste pays neuf où la longueur des trajets et l'activité de la circulation imposaient au matériel et à l'exploitation des conditions toutes spéciales, où l'abondance et le bas prix du combustible reléguait au second plan la question d'économie de charbon ; dans cette libre contrée enfin dont aucune réglementation ne vient contrôler le développement.

56. Classification des locomotives américaines. — L'uniformité des machines américaines, moins frappante peut-être que celle des locomotives anglaises, n'en est pas moins très grande en raison du petit nombre des types adoptés. Toutefois, les mêmes types peuvent offrir des différences considérables sous le rapport du volume et de la puissance. La qualité très variable des combustibles que l'on rencontre dans une contrée d'aussi vaste étendue imprime aussi aux machines des caractères différents ; des machines destinées à brûler de l'anthracite par exemple ont d'immenses foyers de peu de profondeur débordant parfois au-dessus des roues ; les charbons bitumineux au contraire se brûlent dans des foyers profonds et relativement de faible longueur. D'autre part, si certaines parties des machines telles que les boîtes à feu affectent des dispositions variables, on constate une uniformité absolue dans l'arrangement d'autres parties non moins importantes telles que le mécanisme.

La classification des machines américaines doit comprendre deux grandes divisions que l'on ne retrouve pas ailleurs, embrassant chacune tous les types :

(*a*). Les locomotives destinées à brûler des charbons bitumineux (***bitumineous coal burning engines***) ;

(*b*). Les locomotives destinées à brûler de l'anthracite (***anthracite coal burning engines***).

Les locomotives rentrant dans l'une ou l'autre de ces catégories appartiennent à l'un des types désignés ci-dessous par leur dénomination française et par l'appellation sous laquelle elles sont connues aux États-Unis.

Locomotives à tender séparé.

1° Machines à quatre roues accouplées et à bogie (*American type*).

2° Machines à quatre roues accouplées comprises entre un essieu porteur placé à l'arrière et un bissel situé devant les cylindres.

3° Machines à six roues accouplées et à bogie (*ten-wheeler*).

4° Machines à six roues accouplées comportant un bissel à l'avant des cylindres (*Mogul*).

5° Machines à huit roues accouplées comportant un bissel à l'avant des cylindres (*Consolidation*) ou un bogie (*Twelvewheeler*).

6° Machines de gare à six roues accouplées (*Switching engine*).

7° Machines à dix roues accouplées avec ou sans bissel à l'avant (*Decapod type*).

Locomotives-tenders.

1° Machines à quatre ou à six roues accouplées comprises entre un bissel à l'avant et un bogie placé à l'arrière (*Forney type*).

2° Machines à huit ou dix roues accouplées, type rarement usité et toujours pour le service des fortes rampes.

Ces machines sont toutes à cylindres extérieurs et comportent invariablement une paire de roues porteuses placées devant les cylindres et qui sont isolées ou font partie d'un bogie.

Ainsi en résumé on emploie sur les réseaux américains :

Deux types de machines-express : l'un à quatre roues accouplées de 1,75 m. à 2,18 m., l'autre à six roues accouplées de 1,55 m. à 1,95 m., tous deux à bogie. Le premier type est utilisé au remorquage des express relativement légers et rapides ou sur les lignes à profil facile, le second pour les trains plus lourds et moins rapides ou en profil plus accidenté. Il ne paraît pas toutefois y avoir de classification bien déterminée, beaucoup de trains était remorqués par des machines appartenant tantôt à l'une, tantôt à l'autre catégorie. Certaines nécessités d'ordre intérieur paraissent souvent primer les considérations plus techniques. Toutefois, les express très rapides, tels que l'*Empire State Express*, ne sont jamais remorqués par des machines à six roues accouplées.

Deux types de locomotives à marchandises : l'un à six roues accouplées (*Mogul*), l'autre à huit roues accouplées (*Consolidation*), tous deux à bissel ou à bogie, usités suivant le poids des trains, le profil ou la vitesse. Toutes les Compagnies, cependant, n'ont pas de locomotives à huit roues accouplées; celles-ci sont surtout employées sur les réseaux présentant des lignes à profil accidenté, tels que le *Pennsylvania*, l'*Erie*, le *Duluth and Iron Range*, le *Northern Pacific*, etc.

Un seul type de machine de banlieue, à quatre ou six roues accouplées du genre *Forney*, avec caisses à eau à l'arrière supportées par un bogie.

Un seul type de machine de gare, à quatre ou six roues accouplées, sans bissel, et toujours à tender séparé dans le second cas.

Ces machines, qui sont toutes à cylindres extérieurs, à longerons et excentriques intérieurs, ne diffèrent entre elles, outre la disposition et le diamètre des roues, que par leurs proportions générales et de très légères différences de détail.

A quelque type qu'elles appartiennent, les lococomotives américaines pré-

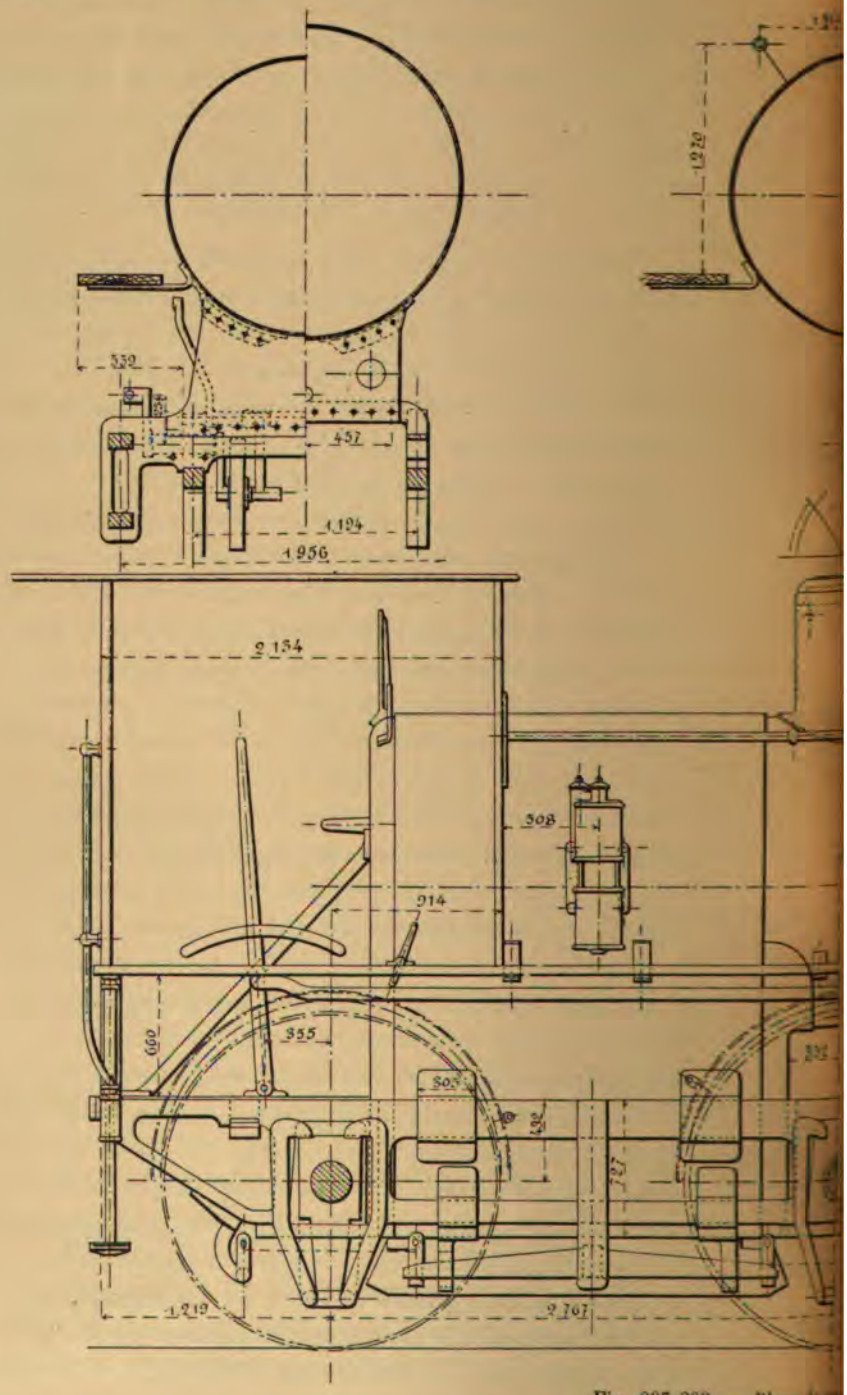
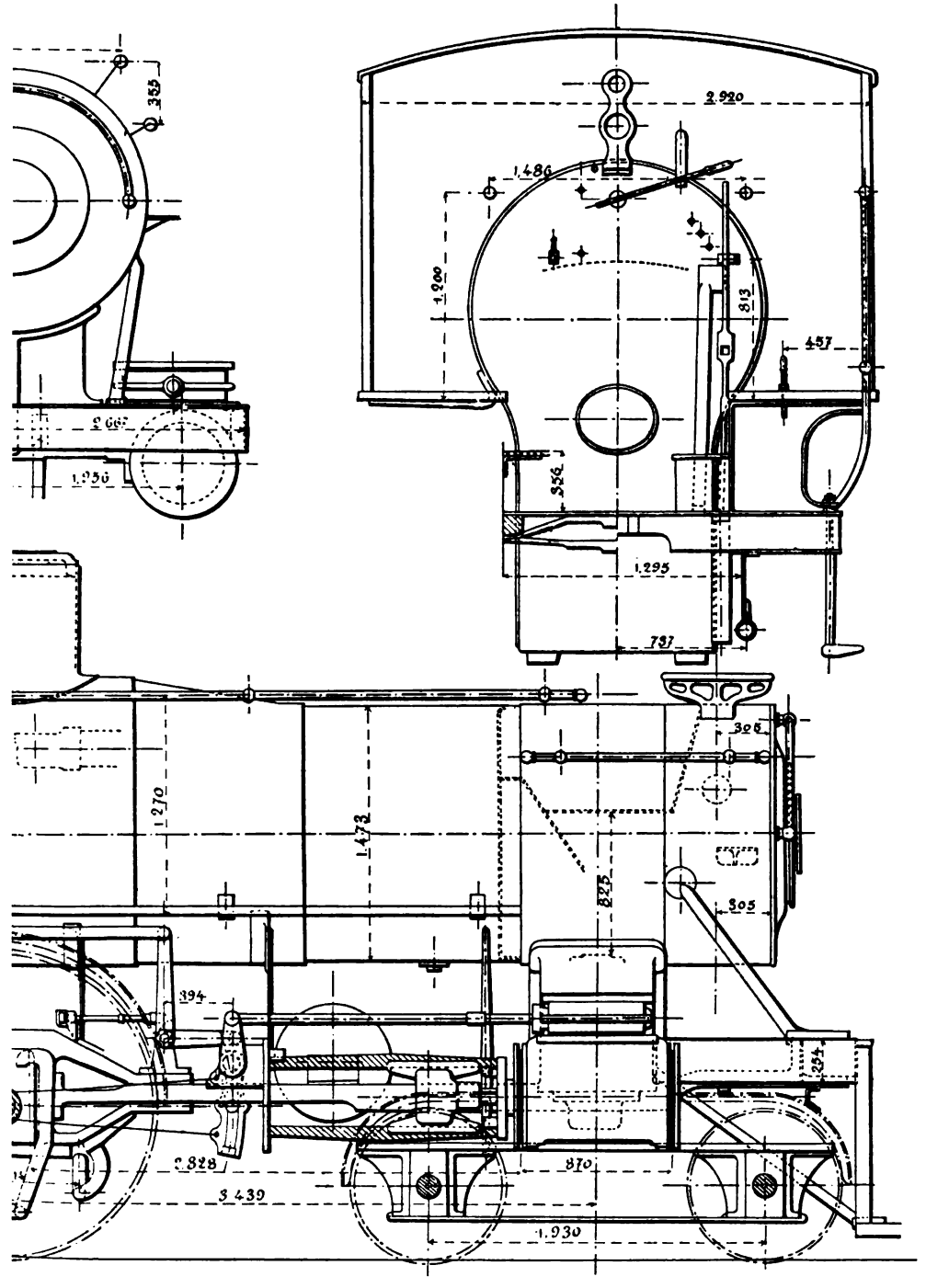


Fig. 207-208. — Plans de

sentent des caractères généraux qui leur sont communs et que nous résumons ci-après :



age d'une locomotive américaine (*Rogers*).

1° *Au point de vue de l'étude générale de la machine ou des dispositions d'ensemble* :

Châssis intérieurs, aussi bien pour les trucks que pour la machine proprement dite.

Emplois de bogies ou de *pony-trucks* (*bissels*) destinés à supprimer les porte à faux, surtout à l'avant.

Emploi général des balanciers de répartition, sans réglage.

Emploi de roues d'un diamètre relativement faible pour le service des express. Quelques machines récentes possèdent cependant des roues d'un diamètre de 1,98 m. à 2,18 m.

Cylindres extérieurs surmontés de leurs boîtes à tiroir. Excentriques intérieurs actionnant les tiroirs par le moyen d'un *rocking-shaft* (arbre de renvoi). Disposition classique et *absolument* générale.

Emploi, pour supporter la chaudière à l'avant, d'un massif de fonte, solidaire des cylindres, traversé par les tuyaux de vapeur et d'échappement et reposant sur le pivot du bogie ou sur le balancier du bissel.

Chaudière à grand foyer, à enveloppe renflée dite *wagon top*, ou, plus rarement, du type Belpaire, et placée très haut.

Adoption générale des grilles à tubes d'eau ou à secousses.

Prise de vapeur dans un dôme situé vers l'arrière; régulateur à tuyaux et tringles de manœuvre intérieure, constitué par une soupape équilibrée.

Boîte à fumée très longue, munie intérieurement d'écrans et de pare-étincelles à mailles serrées.

Porte de boîte à fumée circulaire.

Cheminée à enveloppe.

Abri en bois très complet, dans lequel les agents du service se tiennent sur le côté du foyer.

Suppression du tablier ordinaire, remplacé par un trottoir passant au-dessus des roues et sur lequel le mécanicien accède par une porte placée à l'avant de l'abri.

Echappements fixes et circulaires, souvent disposés par paire, et correspondant chacun à l'un des cylindres.

2° *Au point de vue des dispositions de détail ou des matériaux de construction ;*

Roues en fonte spéciale, de très robuste échantillon, avec bandages en acier rapportés. Baldwin construit quelques machines avec des roues en fer forgé. L'acier moulé commence à se répandre,

Pour les roues des trucks on emploie fréquemment des centres en acier Krupp ou en papier comprimé.

Pour faciliter le passage en courbes, on supprime le boudin des roues intermédiaires dans les locomotives ayant plus de deux essieux accouplés. Dans les machines du type Consolidation, on ne donne le plus souvent de boudins qu'aux roues accouplées extrêmes; quand on remplace le bissel par

un bogie, on met des boudins aux roues des deuxième et quatrième essieux accouplés.

Les longerons, en fer forgé, parfois en acier moulé, sont invariablement constitués par des barres de section rectangulaire ou carrée.

Les foyers sont en acier mince de 6 à 9,5 mm. d'épaisseur.

Les chaudières sont en acier, les tubes en fer, rarement en acier.

Les enveloppes extérieures des chaudières sont en tôle russe oxydée sans peinture.

La tuyauterie en cuivre est réduite au minimum ; on emploie fréquemment les tuyaux en fer ou en acier avec raccords et coudes du type Westinghouse.

Grande simplicité réelle et apparente. Les constructeurs, jouissant d'une grande liberté, cherchent surtout à diminuer le prix de revient.

Bien que les Américains paraissent peu se préoccuper du régime économique de leurs machines, ils ont fait dans ces dernières années un assez grand nombre d'applications du mode compound aux locomotives suivant divers dispositifs à deux ou quatre cylindres ; le système Vauclain est le plus employé ; il est appliqué à l'heure actuelle à environ 600 machines.

57. Proportions des locomotives américaines. — Les locomotives américaines sont largement proportionnées, l'étendue des surfaces de chauffe et de grille y étant en général plus élevée par unité de volume des cylindres que dans les autres contrées. On ne doit toutefois pas en conclure que la production de ces surfaces ne soit en général très active, car le volume des cylindres est faible pour le travail demandé et la marche normale s'y effectue avec une forte admission. C'est une des principales raisons sans doute pour lesquelles ces locomotives sont moins économiques que la plupart des machines européennes. Ainsi, la consommation des machines américaines remorquant des trains express d'un poids net de 250 à 300 t., à une vitesse commerciale de 50 à 60 km. ne descend guère au-dessous de 15 kg. de charbon par kilomètre et s'élève souvent au delà. Certains ingénieurs attribuent aussi cette consommation exagérée au grand volume des conduits de vapeur et des espaces morts, notablement supérieur, toutes choses égales d'ailleurs, à celui qu'adoptent les constructeurs européens. La grande section des conduits de vapeur rend les locomotives américaines très propres aux démarrages rapides et leur permet de bien *courir*, mais elle affecte la consommation de combustible, la compression seule n'étant pas capable à elle seule de remplir de vapeur à la pression de la boîte à tiroir de tels espaces morts.

On trouvera ci-après un tableau, emprunté à M. A. Sinclair, donnant pour les types de locomotives américaines à grande vitesse les plus récents, certaines conditions principales d'établissement et quelques rapports, d'autant plus capables de fixer les idées, qu'ils proviennent des locomotives

COMPAGNIES	TYPE	Diamètre des cylindres.	Diamètre des conducteurs.	Pression des chaudières.	POIDS		SURFACE DE CHAUFFE			Surface de grille.	Volume engendré par les pistons.	RAPPORT DU VOLUME engendré par le piston aux surfaces de grille et de chauffe.			
					Adhérent.	Total.	Directe.	Tubulaire.	Totale.			A la surface de chauffe directe	A la surface de chauffe tubulaire.	A la surface de chauffe totale.	A la surface de grille.
		Pouces.	Pouces.	L. p. p²	Livres.	Livres.	P².	P².	P².	P².	P².				
Jersey Central	8 R.	20 x24	78	180	82,000	123,800	166,0	1,530.0	1,696.0	38,5	8,72	19,04	175,46	194,50	4,42
Lehigh Valley	8 R.	20 x24	66 1/4	140	63,000	90,720	142,0	1,430.0	1,572.0	39,2	8,72	16,28	163,99	180,27	4,49
Lehigh Valley	8 R.	19 x26	76	180	81,800	140,950	148,98	2,081.24	2,230.22	63,97	8,53	17,47	243,99	261,46	7,50
Erie	8 R.	19 x24	68	150	84,400	117,400	160,5	1,470.5	1,631.0	39,94	7,88	20,37	186,61	206,98	5,07
Pennsylvania (P.)	8 R.	18 1/2x24	68	160	67,800	100,600	138,0	1,244.0	1,382.0	32,25	7,47	18,47	166,53	185,01	4,32
Del., Lack et Western	8 R.	18 1/2x24	69	160	74,455	106,000	137,0	1,200.0	1,337.0	35,0	7,47	18,34	160,64	178,98	4,69
Baltimore et Ohio (M.)	8 R.	20 x24	78	»	77,000	114,500	143,45	1,544.0	1,687.45	25,0	8,72	16,45	177,06	193,51	2,87
Baltimore et Ohio	10 R.	21 x26	62	»	103,000	133,000	188,5	1,846.8	2,035.4	28,2	10,42	18,09	177,22	195,31	2,71
Norfolk et Western	10 R.	19 x24	60	»	97,800	123,800	151,0	1,776.7	1,927.7	29,0	7,88	19,16	225,47	244,63	3,68
Union Pacific	8 R.	19 x24	69	180	81,025	119,600	143,3	1,672.2	1,815.5	26,2	7,88	18,19	212,21	230,40	3,33
Norfolk et Western (N.)	8 R.	18 x24	62	»	75,175	101,050	141,8	1,470.0	1,611.8	18,5	7,07	20,08	208,2	220,28	2,62
Chic., R. I. et Pac.	8 R.	18 x24	68 3/4	»	69,800	107,300	145,0	1,336.7	1,481.7	17,6	7,07	20,54	189,31	209,85	2,5
Pennsylvania-O.	8 R.	18 x24	68	160	61,450	98,300	127,6	1,156.0	1,283.6	17,6	7,07	18,07	163,74	181,81	2,5
Pennsylvania-L.	8 R.	18 1/2x26	80	185	134,800	»	148,0	1,746.6	1,894.6	33,0	8,08	18,3	216,16	320,1	4,08
Chic., Bur. et Quincy	Mogol	19 x24	68	160	94,500	113,000	126,0	1,380.0	1,506.0	27,1	7,88	16,03	175,57	191,6	3,45
N.-Y., N. H. et Hartford	8 R.	20 x28	63	190	»	144,200	164,38	1,946.72	2,111.1	30,22	10,18	16,17	192,61	217,78	2,97
Bur., Cedar Rapids et North	10 R.	18 x26	69	180	108,000	137,000	169,9	1,465.0	1,634.9	24,7	7,66	22,09	191,5	213,59	3,23
Lake Shore	10 R.	18 x24	68	190	88,000	118,000	135,3	1,731.3	1,866.6	27,35	7,07	19,12	244,88	264,0	3,87
Boston et Albany	8 R.	19 x24	69	190	74,000	114,700	141,4	1,703.3	1,844.7	25,3	7,88	17,99	216,70	234,69	3,22
N.-Y. Central-Class 999	8 R.	19 x24	87	180	80,000	120,000	166,8	1,684.5	1,851.3	27,35	7,88	21,2	214,32	235,52	3,47
N.-Y. Central	8 R.	19 x24	78	190	90,000	136,000	171,18	1,809.56	1,980.72	30,69	7,88	21,77	230,23	252,0	3,90
Clev., Cin., Chic. et St.-Louis	8 R.	18 1/2x24	68	180	79,700	119,600	138,1	1,587.5	1,725.6	28,0	7,47	18,48	212,45	230,93	3,75
Man., Sheffield et Lincolnshire	8 R.	19 x26	84 1/2	175	»	»	109,0	1,209.0	1,318.0	20,0	8,53	12,78	141,73	154,51	2,34
North Eastern	8 R.	20 x26	91 1/4	180	37,400	101,600	130,0	1,090.0	1,220.0	21,0	9,45	13,78	115,34	129,11	2,22
Caledonian	8 R.	18 1/4x26	78	160	69,504	104,504	138,78	1,314.45	1,453.23	20,63	7,87	17,63	167,02	184,65	2,62

les plus différentes et de machines destinées à brûler des combustibles bitumineux, des houilles maigres ou des anthracites[1].

Chaudières. — La *surface de grille* varie entre de larges limites suivant la nature du combustible employé ; elle s'élève jusqu'à 3,25 m². pour les charbons bitumineux et 8,50 m² environ pour l'anthracite (foyers *Wootten*). En moyenne, la surface de grille des machines destinées à brûler des houilles demi-grasses varie dans les environs de 2,50 m².

La *surface de chauffe directe* est considérable parce que les foyers sont vastes, elle atteint couramment 15 m². et s'élève parfois jusqu'à 20 m².

La surface de chauffe totale est en moyenne de 150 m² ; elle varie de 130 m². pour les plus faibles machines à quatre roues accouplées, à 200 m². pour les express à six roues accouplées et, exceptionnellement à 230 m² pour les grosses machines de rampes et à marchandises.

Le diamètre du corps cylindrique n'est, dans aucune des machines américaines récentes, inférieur à 1,40 m. ; il s'élève presque toujours à 1,55 m. et 1,60 m. pour les locomotives à six roues accouplées et atteint jusqu'à 1,89 m. pour quelques machines de rampes.

Le nombre des tubes varie de 200 à 300 ; il descend quelquefois, mais rarement, à 160 et s'élève à 350 pour les fortes machines de rampes. Ces tubes ont uniformément un diamètre extérieur de 0,051 m. ; dans quelques grosses machines récentes, ils ont 0,057 m. et même 0,063 m. de diamètre.

La longueur des tubes est presque toujours inférieure à 4 m. ; cependant elle atteint parfois 4,40 m. et descend exceptionnellement à 3,30 m.

L'ancienne machine à grande vitesse, dite du *type américain*, était invariablement à foyer profond plongeant entre les deux essieux accouplés dont l'écartement dépassait rarement 2,75 m.[2].

A mesure que l'emploi des combustibles maigres ou de qualité inférieure se répandit, mais, surtout, que le besoin d'augmenter la puissance des machines se fit sentir, on s'écarta peu à peu de cette disposition classique et, sans pour cela augmenter l'entraxe des essieux accouplés, les constructeurs allongèrent le foyer vers l'arrière en le faisant passer au-dessus du dernier essieu. Pour éviter que la boîte à feu n'ait ainsi une profondeur insuffisante, pour la bonne utilisation de houilles quelquefois extrêmement bitumineuses, on fut conduit à remonter l'axe du corps cylindrique à une très grande hau-

[1] *Ratio of Heating Surface, Grate area and Cylinder Volume*, by Angus Sinclair. *Locomotive Engineering*, avril 1897.

[2] Voir notre article sur les locomotives américaines à l'Exposition de Chicago, *Revue générale des chemins de fer*, numéro d'août 1894.

teur, soit de 2,50 m. à 2,70 m. au-dessus du rail (fig. 209). Même avec des roues motrices de 1,80 m, à 2,00 m. on a pu ainsi donner encore au foyer une profondeur satisfaisante.

Les locomotives américaines présentent en outre, par suite de l'épaisseur de leurs longerons en fer forgé, un inconvénient spécial auquel l'élévation de la chaudière, qui forme peut-être leur trait le plus caractéristique, a encore pour but de parer. Quand la boîte à feu descend entre les longerons, qui ont au moins 75 mm. d'épaisssur, sa largeur intérieure est réduite à 0,830 m.

Fig. 209. — Locomotive à grande vitesse (type 999) du *New York Central Railroad.*

environ. Afin d'élargir la grille, on place souvent aujourd'hui le cadre du foyer au-dessus des longerons et l'on se trouve dans les mêmes conditions que si le châssis était extérieur. C'est là une nouvelle raison pour élever la chaudière.

Un accroissement considérable de la surface de grille ne pouvait avoir d'effet réellement utile qu'à la condition d'augmenter le diamètre du corps cylindrique et, par conséquent, le nombre des tubes, leur section de passage et la surface de chauffe. Ce résultat se trouvait évidemment obtenu grâce au même artifice, le corps cylindrique se trouvant placé assez haut pour que son diamètre ne fût plus limité par l'écartement des bandages.

En résumé, les types les plus récents de locomotives américaines ne présentent pas souvent un empattement plus considérable que les anciennes machines des mêmes modèles. Les cylindres sont plus volumineux; le foyer, beaucoup plus long, déborde par-dessus l'essieu arrière, sans pour cela cesser

d'être souvent assez profond, et le corps cylindrique est placé à une hauteur suffisante pour que son diamètre puisse excéder parfois la largeur de la voie (fig. 210).

Diamètre des roues motrices. — Il existe actuellement aux États-Unis une tendance marquée à accroître le diamètre des roues motrices dans les locomotives express, diamètre qui était autrefois on le sait, et qui est encore dans la majeure partie des cas, fort inférieur à ce que l'on admet en Europe. Cette pratique a évidemment pour but de faciliter la démarrage des trains lourds, mais elle provient évidemment aussi de ce que beaucoup de Compagnies ne commandent en réalité que des machines mixtes destinées indifféremment au service des voyageurs ou des trains de marchandises accélérés. Il y a quelques années, le diamètre des roues motrices dépassait à peine 1,70 m. dans les machines à quatre roues accouplées et 1,55 m. dans les locomotives à six roues accouplées. Il put en être ainsi tant que la vitesse commerciale des express ne dépassa pas 55 km. à l'heure ; encore est-on en droit de s'étonner que l'on pût faire un service régulier dans ces conditions, la vitesse de marche devant dépasser parfois 80 km.

Fig. 210. — Vue d'avant d'une locomotive américaine (machines compound à huit roues accouplées et à bogie du *Northern Pacific Railroad* ; Schenectady).

Quand les Compagnies américaines se décidèrent à accélérer leurs grands express, il fallut coûte que coûte adopter de plus grands diamètres de roues ; l'on atteignit bientôt 1,80 m., puis 1,95 m. et enfin tout récemment 2,16 m.

(*N. Y. C.*) pour les machines à quatre roues accouplées; 1,65 m., puis 1, 90 m. pour les locomotives à six roues accouplées.

Ces cotes encore un peu exceptionnelles le deviendront sans doute moins à mesure que les vitesses s'accroîtront et que, grâce à une plus grande spécialisation des trains, le poids de ceux-ci diminuera.

Sur les lignes situées à l'ouest et au sud de Chicago, au contraire, où la vitesse commerciale n'est guère supérieure à 60 km. à l'heure, le diamètre des roues motrices des machines express n'atteint que rarement 1,80 m. et reste généralement voisin de 1.70 m.

Dans les machines à marchandises à six roues accouplées, le diamètre des roues varie entre 1,35 m. et 1,58 m. ; il est le plus souvent de 1,42 m.

Les roues des machines à quatre essieux accouplés ont à peu près uniformément un diamètre de 1,38 m. On descend toutefois jusqu'à 1,25 m., mais cette cote est surtout adoptée pour les machines de rampe à dix roues accouplées.

Empattement. — L'empattement maximum des machines express est à peu près de 7,50 m. pour les machines à deux essieux accouplés et de 9,00 m. pour les locomotives à six roues accouplées. L'empattement fixe est généralement de 2,60 m. pour les premières et de 4 m. à 4,60 m. pour les secondes, suivant le diamètre des roues.

Dans les machines à huit roues accouplées, du type Consolidation, l'empattement total atteint jusqu'à 7,70 m., et celui des machines à dix roues couplées jusqu'à 8,30 m.

Volume des cylindres. — L'examen des tableaux annexés montre que le volume des cylindres ne paraît pas généralement en rapport avec les surfaces de grille et de chauffe. Même dans des locomotives ayant une surface de grille de 2,50 m² et brûlant un combustible de première qualité, le diamètre des cylindres ne dépasse pas souvent 0,480 m. et la course 0,610 m. C'est exceptionnellement que cette dernière atteint 0,660 m. pour les locomotives à quatre roues accouplées et seulement dans les machines récentes et très puissantes.

Cette disproportion n'est toutefois qu'apparente, car les tiroirs n'ont que d'assez faibles recouvrements et on marche généralement avec une grande admission. Même pour les express les plus rapides, l'introduction en vitesse est rarement inférieure à 35 p. 100.

Les plus grands cylindres se trouvent sur les machines du type Consolidation : diamètre 0,560 m., course 0,660 m.

Poids. — En ce qui concerne les machines express, le poids total en charge de 46 t. pour les locomotives à quatre roues accouplées et de 59 t.

pour les machines à six roues accouplées, paraît un strict minimum. Les poids maxima sont de 64 à 68 t.

La charge maximum par essieu atteint près de 22 t. sur quelques réseaux.

Dans les machines à quatre roues accouplées, le poids adhérent varie généralement entre les 0,64 et les 0,68 du poids total en charge. La charge sur le bogie ne dépasse guère 18 à 20 t. pour les plus lourdes machines.

Dans les locomotives à six roues accouplées, le poids adhérent est ordinairement les 0,74 du poids total, et la charge sur le bogie n'atteint que rarement 15 t.

Le poids des machines du type Consolidation atteint jusqu'à 80 t. et celui des machines à dix roues accouplées 89 t., soit 125 à 130 t. avec le tender.

58. Dispositions générales des locomotives américaines. — Nous mentionnerons ici les principales dispositions d'ensemble et de détail que l'on peut rencontrer sur les locomotives américaines ; nous ne le ferons que brièvement, car nous étudierons le mode de construction de leurs organes successiment, par comparaison avec la pratique européenne, dans les chapitres consacrés aux détails des locomotives en général.

Chaudières. — Les foyers peuvent se rattacher à trois types principaux : ils sont très profonds pour certaines machines brûlant des houilles bitumineuses ; longs et médiocrement profonds pour les locomotives de toutes catégories qui brûlent des charbons peu bitumineux ou dans lesquelles on a cherché à obtenir de grandes surfaces de grille ; enfin très plats et longs pour les locomotives brûlant certaines qualités d'anthracites.

On trouvera, dans un autre chapitre, des exemples de chaudières appartenant aux deux premières catégories et qui peuvent être considérées comme typiques.

Dans la première le foyer, plus étroit, plonge entre les essieux accouplés. L'enveloppe extérieure de la boîte à feu est cylindrique, mais sa génératrice est plus élevée que celle du corps cylindrique auquel elle est reliée par une virole conique. Cette disposition, presque générale aux Etats-Unis, permet de relever le ciel du foyer et d'augmenter le nombre des tubes sans diminuer le volume de la chambre de vapeur et sans placer la prise de vapeur trop près du niveau. La partie conique est quelquefois placée sur la seconde virole.

Le ciel est tantôt plat et armé par des fermes transversales sans corbeaux reliées au berceau par de petites bieilles, tantôt bombé et relié à l'enveloppe extérieure par des entretoises ou des tirants vissés.

La boîte à feu du type dit à *wagon-top* est encore de beaucoup la plus répandue. Le berceau du foyer est renflé de telle sorte que sa génératrice supérieure soit notablement plus élevée que celle du corps cylindrique,

ce qui permet de relever le ciel du foyer et de placer plus de tubes sans diminuer le volume de vapeur ou réduire l'espace destiné à recevoir les fermes. Le berceau est alors relié au corps cylindrique par une virole de raccord conique parfois formée par la virole arrière ou même milieu.

Le foyer *Belpaire* est en grande faveur depuis quelques années; il en a été fait de nombreuses applications surtout par les ateliers de Rogers et de Brooks. On l'a quelquefois combiné avec le wagon-top.

La boîte à feu *Crampton* est assez peu usitée aux Etats-Unis si ce n'est par les ateliers de Baldwin et par ceux de Schenectady ou de Pittsburgh.

Le *foyer Wootten* a été breveté en 1877 par M. J.-E. Wootten, directeur du *Philadelphia and Reading Railroad.*

Il a pour but de permettre la combustion, dans de bonnes conditions de puissance et d'économie, de menus d'anthracites provenant des mines de la Pennsylvanie et dont le prix descend à un taux extraordinairement bon marché de 2 à 3 fr. la tonne.

Ces charbons, chimiquement très purs, sont mélangés parfois à une grande quantité de pierres et doivent subir une préparation mécanique qui donne naissance à un fin poussier que l'on ne peut brûler qu'en couche très mince sur des grilles spéciales et cela d'autant plus que, chauffé brusquement, l'anthracite décrépite au feu et se réduit en très petits fragments qui passent entre les barreaux des grilles ordinaires.

Cet anthracite est formé de carbone presque pur ; il s'enflamme très difficilement. Le feu noircit aussitôt que le régulateur est fermé, mais redevient vite brillant aux premiers coups d'échappement, même si on l'a laissé ainsi couver plusieurs heures. Il ne dégage pas d'hydrocarbures et, comme le feu est mince, il est inutile de ménager une rentrée d'air au-dessus du combustible. On a même dans les dernières machines à foyer Wootten supprimé la chambre de combustion que l'on plaçait autrefois à l'avant de ces boîtes à feu plates et longues ; il n'y a pas de gaz à brasser et leur addition a semblé peu nécessaire.

L'anthracite est un combustible ardent; il ne cède guère plus de la moitié de sa chaleur aux produits de la combustion et rayonne le reste directement.

On brûle l'anthracite sur des grilles à barreaux serrés alternés avec des tubes à eau ayant pour but de les rafraîchir, dont la surface est nécessairement très grande, l'épaisseur de la couche de combustible restant très faible et le tirage devant être peu violent. Ces foyers doivent présenter la plus grande surface directe possible pour utiliser la quantité considérable de chaleur rayonnante dégagée de l'anthracite incandescent, avoir un ciel bas et présenter un volume peu considérable par rapport à la surface de grille. Les foyers appropriés à ce combustible spécial (fig. 211), et que l'on doit rapprocher des foyers employés antérieurement en Belgique par M. Belpaire

pour brûler des tout-venants et des menus demi-gras, débordent les roues de part et d'autre et présentent une largeur extérieure qui peut atteindre 2,80 m., largeur maximum compatible avec le gabarit, la surface de grille s'élevant jusqu'à 8 et même parfois à 9 m². Ces foyers sont presque toujours à berceau circulaire avec consolidations du ciel par des tirants; depuis quelques années on a fait plusieurs applications à ce genre de foyer du type Belpaire.

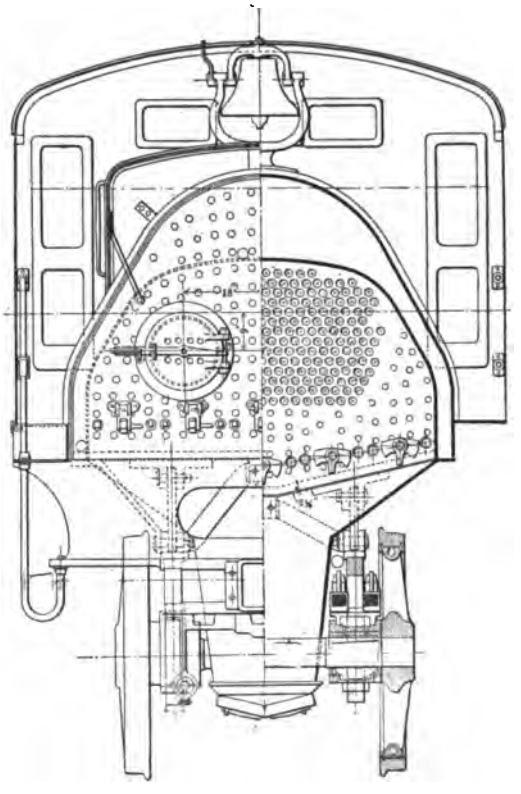


Fig. 211. — Foyer Wootten passant au-dessus des roues.

Les foyers Wootten donnent une grande vaporisation; nous avons constaté nous-même la facilité extrême de la conduite des machines qui en sont munies, lesquelles, chargées de services parfois très durs, ne manquent jamais de vapeur. Il nous a semblé, dans certains cas, que l'on était plutôt gêné parfois par l'excès de la production, les soupapes crachant fréquemment et avec violence[1].

D'autre part, les services, chargés des réparations et de l'entretien de ces vastes foyers comptant un nombre considérable d'entretoises et de tirants orientés dans plusieurs directions et souvent fort longs, en paraissent peu enthousiastes. Vers 1893, un nombre inusité d'accidents et de détresses paraissaient avoir jeté un certain discrédit sur le foyer Wootten; mais il faut croire que l'expérience a permis de remédier à quelques imperfections, car l'emploi de ces foyers, au lieu de diminuer, n'a fait que se développer depuis l'époque indiquée, surtout au *Philadelphia and Reading* et au *Lehigh Valley R. R.*

Sur beaucoup de machines, la partie inférieure de la lame d'eau avant est reliée à l'arrière du ciel du foyer par une rangée de tubes en fer recourbés qui facilitent la circulation. On paraît tendre à moins employer ce dispositif qui semble, tout au moins théoriquement, des plus rationnels.

Dans toutes les machines récentes, l'enveloppe de la chaudière est en

[1] Ces machines, nous disait un ingénieur américain, « *are simply wild with steam* », expression imagée, malheureusement intraduisible.

acier et les tubes sont en fer. On adopte, pour toutes les parties, des épaisseurs assez faibles ; ainsi un corps cylindrique de 1,50 m. de diamètre pour une pression de régime de 11 à 12 kg. n'aura pas plus de 13 à 14 mm. d'épaisseur et souvent moins ; les plaques tubulaires présenteront les mêmes épaisseurs.

Tous les foyers sont en acier. Même avec les plus hautes pressions adoptées l'épaisseur des tôles de foyer ne dépasse jamais 8 mm. pour les côtés et 10 mm. pour les ciels.

La boîte à fumée, toujours très longue, est prolongée en avant de la cheminée. Elle est cylindrique et sert d'attache à la chaudière sur le massif en fonte reliant les cylindres et portant le pivot du bogie.

Ces boîtes à fumée sont munies de pare-étincelles souvent très compliqués, lesquels sont une nécessité dans les machines américaines qui, très forcées, fonctionnent avec un tirage des plus violents et utilisent un charbon souvent léger sur la grille. Ces dispositifs ont généralement remplacé l'ancienne cheminée classique en tronc de cône qui avait le même but.

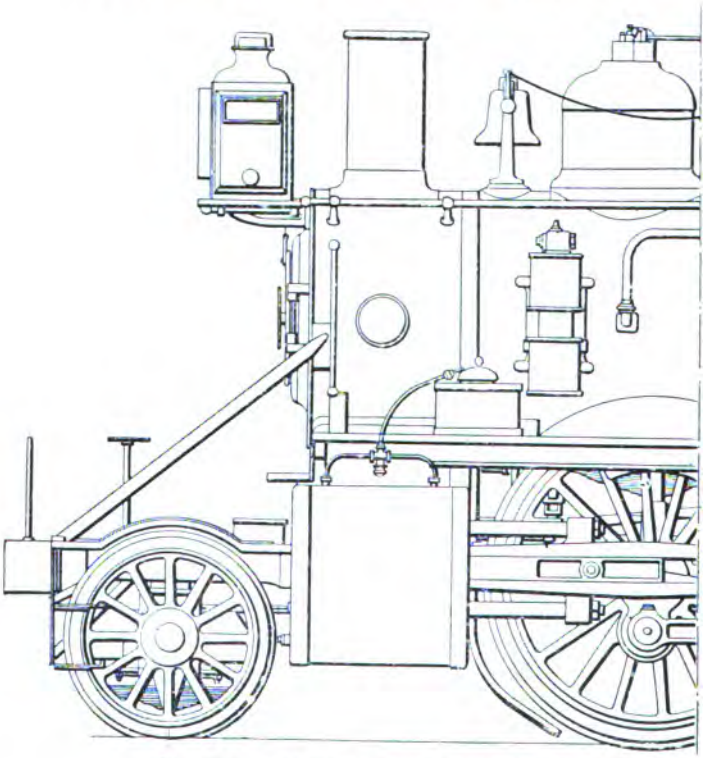


Fig. 212. — Bissel placé à l'avant des cylindres. Disposition américaine.

La porte de la boîte à fumée ne s'ouvrant que rarement, on la fixe sur le pourtour au moyen d'une couronne de boulons. Une petite, porte placée sur le côté, sert à faire écouler, au moyen d'un balai, les escarbilles par la trémie.

La cloison avant de la boîte à fumée est en fonte et fixée sur la partie cylindrique à l'aide d'une rangée de boulons.

Véhicule. — Les locomotives américaines sont disposées en vue de ne jamais présenter de porte à faux, tout au moins à l'avant et d'offrir une grande souplesse malgré leur empattement souvent considérable.

A cet effet, elles comportent à l'avant soit un bogie entre les roues duquel, de chaque côté, sont placés les cylindres, soit un bissel à essieu unique placé devant les cylindres (fig. 212). La première disposition est adoptée pour toutes les locomotives à voyageurs à quatre et à six roues accouplées et, exceptionnellement, pour de très puissantes machines à huit roues accouplées. La seconde disposition est usitée pour la plupart des locomotives à marchandises à six roues accouplées (*type Mogul*) et des machines à huit roues accouplées (*type Consolidation*).

Les seules machines à adhérence totale que l'on rencontre aux Etats-Unis sont des locomotives de gare à quatre et à six roues.

Pour faciliter le passage en courbes il est d'usage, dans les machines à six roues accouplées, de supprimer les boudins des roues milieu. Dans les locomotives à quatre essieux accouplés, quelques constructeurs suppriment les boudins des deux paires de roues intermédiaires ou de celles correspondant au second et au quatrième essieu.

Les longerons sont toujours constitués par des barres en fer forgé, de section rectangulaire ou carrée, et présentant généralement des dimensions transversales de 75 à 120 mm. Les ingénieurs américains, désireux de donner à leurs locomotives la plus grande souplesse, ne cherchent pas à assurer un entretoisage énergique.

Les boîtes à huile sont en fonte, en acier moulé dans quelques machines récentes, avec coussinets en bronze le plus souvent régulés.

Les essieux sont très souvent en fer, mais l'acier commence à se répandre. Les corps de roues, d'une manière générale, sont en fonte, très robustes et très lourds. L'acier moulé commence à être reçu avec faveur et usité sur les constructions récentes. Baldwin a monté quelques locomotives sur des roues en fer étampé.

La suspension des machines américaines mérite d'être étudiée d'assez près, car elle est parfaitement adaptée aux conditions locales et disposée suivant des systèmes assez peu variables et qui paraissent avantageux. Des ressorts eux-mêmes qui sont presque toujours à lames, il y a peu de choses à dire, les points intéressants consistant dans les dispositifs adoptés pour conjuguer entre eux ces ressorts. Les voies américaines sont souvent fort médiocres, alors que les charges d'essieu sont quelquefois considérables, et les vitesses de marche élevées. Pour parer aux surcharges d'essieu qui pourraient provenir soit d'un dérèglement de la suspension, soit d'un dénivellement de la voie, les ingénieurs américains font le plus large emploi des balanciers de répartition, conjuguant entre eux les différents ressorts d'un même côté de la machine et cherchant à effectuer la suspension sur trois points.

On a réalisé sur quelques machines, pour disposer les ressorts hors de

l'aplomb des boîtes, des dispositifs ingénieux, parfois très compliqués, sur lesquels nous reviendrons ailleurs.

Accessoires. — La robinetterie et les accessoires sont traités avec une simplicité rudimentaire et en vue de diminuer le prix de revient. On n'emploie que très peu de bronze et pour ainsi dire pas de cuivre ou de laiton. Les pièces de forme un peu compliquées se confectionnent en fonte et la plupart des tuyaux sont en fer avec coudes de même métal rapportés et vissés comme dans les conduites de freins.

Les fonds de cylindres et les boîtes à tiroirs sont recouverts de petites enveloppes en fonte mince, comme on peut le voir figures 209 et 212, qui masquent les écrous et facilitent beaucoup le nettoyage et l'entretien des machines.

Les injecteurs sont presque toujours du type aspirant à amorçage automatique d'un modèle analogue à celui de Sellers bien connu en Europe.

Les soupapes sont toujours à charge directe sans leviers. On les munit souvent d'étouffoirs qui ont pour but de diminuer le bruit produit par l'échappement de la vapeur. Ces soupapes, dans l'immense majorité des cas, sont à gorge et dérivées du système Adams plus ou moins modifié.

Les abris sont très complets, toujours en bois verni ou peint ; ils sont munis de chaque côté de deux ou trois fenêtres à châssis mobiles et d'une porte sur l'avant qui donne accès sur le trottoir de la machine placé très haut et toujours au-dessus des roues. Le mécanicien et le chauffeur, sauf quand ce dernier est occupé à charger le feu, se tiennent sur le côté du foyer, les cabines ayant jusqu'à 3 m. de largeur. Des sièges trop confortables sont établis sur les côtés à droite et à gauche pour les agents qui s'y couchent une partie du temps et s'y endorment quelquefois en service.

59. Description de quelques machines américaines. — Nous sommes entrés, en ce qui concerne la pratique américaine, dans des généralités suffisamment développées pour n'avoir pas à décrire ici en détail les locomotives choisies pour exemples, d'autant plus que, au cours de cet ouvrage, nous revenons à plusieurs reprises sur le mode de construction des principaux organes qui les composent. Nous nous contenterons de résumer brièvement les principaux caractères qu'elles présentent.

On trouvera, dans les tableaux placés à la fin de ce chapitre, les dimensions principales des types américains récents ; nous les compléterons parfois par des chiffres plus complets relatifs à quelques-unes des machines prises comme exemples.

LOCOMOTIVES A ROUES LIBRES

60. Les seules locomotives à roues indépendantes actuellement en service aux États-Unis appartiennent au *Philadelphia and Reading RR.* Cette Compagnie a dernièrement cherché à se rendre compte si, pour la traction des trains rapides à arrêts espacés, elle n'aurait pas avantage, comme certaines Compagnies anglaises, à se servir de machines à roues libres. A cet effet, on découpla les roues arrière d'une des locomotives à deux essieux accouplés employées pour ce service. On constata que, les démarrages étant peu fréquents et le poids net des trains ne dépassant pas 230 t., la diminution de l'adhérence n'avait que peu d'inconvénient dans l'espèce, tandis que le roulement gagnait en douceur et que l'inscription en courbes se faisait plus facilement. En même temps on put prévoir, pour ce type. une diminution des frais de graissage et d'entretien.

En présence des résultats favorables obtenus avec la machine ainsi transformée, on décida la création d'un nouveau type de machine express à roues libres, qui fut construit par les ateliers Baldwin et qui se trouve actuellement en service sur la ligne de New-York à Philadelphie.

Cette locomotive est du type compound Vauclain, à quatre cylindres placés deux à deux de chaque côté et actionnant deux manivelles. L'essieu moteur, très chargé (21,60 t.), est situé à l'avant du foyer, entre un bogie sans déplacement latéral et un essieu porteur passant sous la boîte à feu,

La chaudière est du type Wootten, à foyer très plat et très long. La grille passe au-dessus des roues porteuses arrière, et déborde de chaque côté. L'abri du mécanicien est reporté à l'avant du foyer.

Un des inconvénients des machines ne comportant qu'un seul essieu moteur indépendant placé au centre et très chargé, inconvénient que l'on retrouve dans presque toutes les locomotives de ce système actuellement employées en Angleterre au remorquage des grands express, consiste dans un mouvement de tangage très accentué, qui se produit aux grandes vitesses, même sur de bonnes voies. Cette difficulté paraît avoir été tournée dans la machine américaine, en conjuguant les ressorts de l'essieu moteur et de l'essieu porteur arrière à l'aide de balanciers longitudinaux.

Les conditions principales d'établissement de cette machine sont les suivantes :

Longueur intérieure du foyer		2,890 m.
Largeur — —		2,440 —
Diamètre minimum du corps cylindrique		1,420 —
Diamètre des cylindres	haute pression	2 × 0,330 m.
	basse pression	2 × 0,559 —
Course commune des pistons		0,660 m.

Timbre de la chaudière	14,00 kg.
Diamètre des roues motrices	2,140 m.
— — porteuses arrière	1,380 —
— — du bogie	0,914 —
Empattement fixe	2,130 —
— total	6,930 —
Poids en charge total	52,15 t.
— — sur l'essieu moteur	21,60 —

LOCOMOTIVES A QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

61. Les locomotives à quatre roues accouplées sont employées, nous l'avons vu, pour le service de la plupart des trains à grande vitesse,

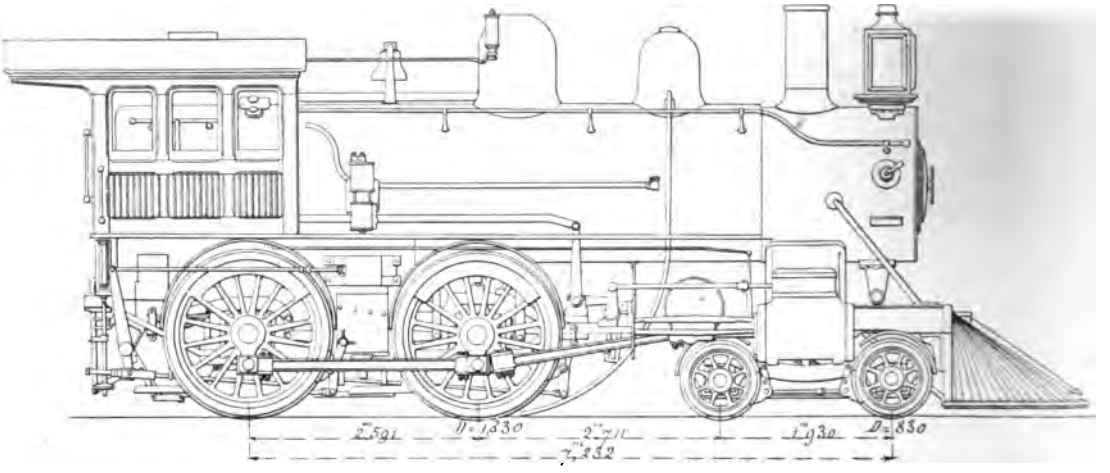


Fig. 213. — Type de locomotive américaine à grande vitesse à quatre roues accouplées (*Ateliers de Cooke*).

sauf les trains très lourds ou sur les lignes à profil accidenté où les machines à six roues accouplées avec bogie ou bissel sont généralement usitées.

Les locomotives américaines à quatre roues accouplées du type usuel (fig. 213), comportent toujours un bogie placé à l'avant, entre les roues duquel les cylindres se plaçent de part et d'autre ; l'axe de la cheminée correspond toujours à celui du bogie, ce qui donne à ces machines une apparence de symétrie et de régularité. Les anciennes machines de ce type (dite *American type*) étaient toujours à foyer profond plongeant entre les deux essieux accouplés, comme dans les locomotives anglaises ; ce type est encore usité, mais seulement sur les réseaux brûlant d'excellent combustible demi-gras ou pour les locomotives de puissance modérée. Dans toutes les machines très puissantes que l'on construit actuellement le foyer passe au-dessus de l'essieu arrière et le corps cylindrique est suffisamment relevé

pour que la profondeur du foyer reste assez grande. Lorsque l'on emploie certains combustibles, surtout des anthracites, le foyer est même élargi autant que le permet le gabarit et passe au-dessus des roues arrière qui sont tantôt des roues porteuses, tantôt des roues accouplées.

Le diamètre des roues de ces machines, qui dépassait autrefois rarement

Fig. 214. — Locomotive à grande vitesse du *Lake Shore and Michigan Southern.*

1,70 m. à 1,75 m., atteint fréquemment aujourd'hui 1,90 m. et exceptionnellement 2,16 m.

Nous donnerons quelques exemples de la pratique la plus moderne résumant les principaux types usités.

Un des spécimens les plus remarquables et les plus récents du type *American* est fourni par les locomotives à grande vitesse du *Lake Shore and Michigan Southern* (fig. 214), qui possède une ligne allant de Buffalo à Chicago et se soudant dans la première de ces villes au réseau du *New York Central.* C'est essentiellement une *Trunk line*, à profil très facile (rampes maxima 3 mm.), bien établie et entretenue, parcourue par des express très rapides.

Les locomotives dont nous nous occupons remorquent entre Buffalo et Chicago les trains rapides de New-York empruntant, entre Buffalo et la grande cité de l'Est, les rails du *New York Central.* Quelques-uns de ces trains sont tracés à la vitesse commerciale de 76 km. ; leur poids varie de 200 à 230 t. Grâce à la facilité du profil et la bonne qualité du combustible employé, les machines du *Lake Shore* peuvent effectuer ce service sans présenter des dimensions considérables ; ce sont les plus légères des locomotives américaines à grande vitesse construites dans ces dernières

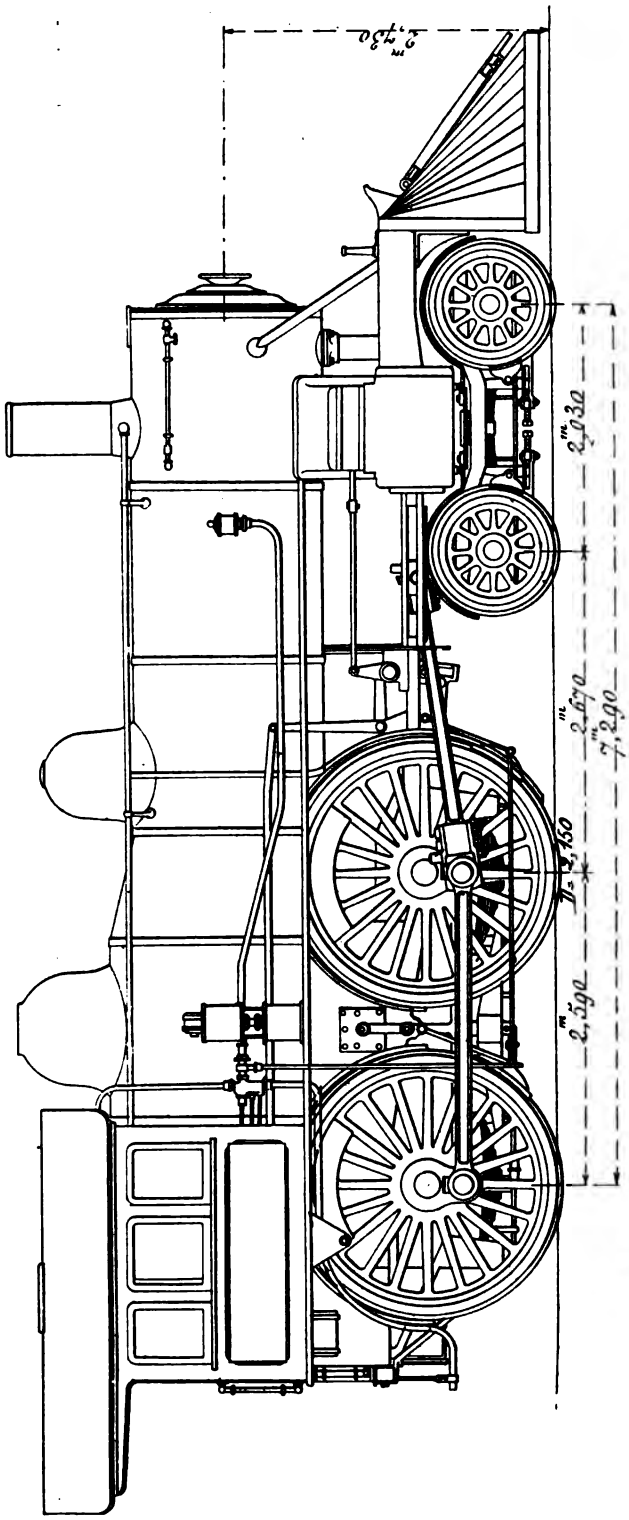


Fig. 215. — Locomotive à grande vitesse du *New York Central and Hudson River Railroad* (type 999).

années ; elles sont tout à fait comparables, sous le rapport de la puissance et du poids, aux locomotives employées en Europe ; elles sont toutefois beaucoup plus forcées. Les cylindres sont de petit volume ; nous avons vu que, toutes choses égales d'ailleurs, les locomotives américaines, fonctionnant avec de plus grandes admissions, avaient des cylindres plus petits que les machines européennes ; leur diamètre n'est que 0,430 m. avec une course de 0,610 m. ; la surface de chauffe est de 130 m². en nombres ronds et le poids en ordre de marche de 47 t.

Ces locomotives sont de construction très simple ; la chaudière est à foyer Belpaire ; la prise de vapeur se fait dans un dôme placé vers l'arrière du corps cylindrique ; la boîte à fumée est prolongée sur l'avant. La disposition générale du mécanisme et du véhicule n'offre rien de particulier et appartient en tout au type classique aux

États-Unis. Les roues motrices et accouplées sont en fonte ; les roues du truck sont en acier, à centres pleins.

Beaucoup plus puissantes sont les locomotives du *New York Central*, destinées à remorquer les mêmes trains ou quelques trains un peu plus rapides tels que l'*Empire State express*, sur une ligne de profil d'ailleurs moins facile. Ces machines appartiennent à plusieurs types successivement mis en service et dont la puissance et le diamètre des roues a été accru dans les spécimens plus récents ; il suffira de se reporter aux tableaux accompagnant de chapitre pour se former une idée des progrès accomplis dans cette voie entre deux types qui se sont suivis à une année d'intervalle. La locomotive à grande vitesse du *New York Central*, type 999 (fig. 215), est une des plus célèbres de l'Amérique et même du monde, c'est en quelque sorte une machine historique, la première locomotive, destinée à remorquer des trains extrêmement rapides, dans laquelle on ait autant surélevé la chaudière dont l'axe se trouve placé à 2,73 m. du plan supérieur des rails (voir fig. 209). Cet exemple a été suivi en Amérique et n'est pas pour rien sans doute dans le mouvement qui se dessine tant en Europe depuis quelques années en faveur des machines très hautes ; nous avons développé ailleurs les avantages que présente cette modification importante dans la contruction des locomotives permettant de reculer fort loin la limite de leur puissance.

La chaudière est à foyer renflé du type à *wagon-top ;* elle est timbrée à 13,35 kg. Le ciel du foyer est consolidé par des fermes transversales.

Les rivures horizontales comportent des couvre-joints intérieurs et extérieurs ; les assemblages circulaires sont à recouvrement et ont deux rangées de rivets.

Le cadre du foyer comporte deux rangées de rivets placés en quinconce.

Les barreaux de la grille sont en fonte et du système oscillant ; leur manœuvre est faite à l'aide d'un levier placé sur la plate-forme. Les barreaux sont supportés par des bâtis fixés au moyen de goujons sur les côtés du foyer. Le groupe de barreaux d'arrière est fixe.

Les tubes à fumée sont en acier et sont espacés de 0,068 m. d'axe en axe.

La devanture en fonte de la boîte à fumée est fixée au moyen de prisonniers sur un cercle en fer rivé à la boîte à fumée. La boîte est munie d'une tôle perforée destinée à empêcher le passage de flammèches dans la cheminée ; cette tôle est ajustée avec soin autour des tuyaux de prise de vapeur et d'échappement. La porte est en fonte.

La cheminée, de forme cylindrique, est en fonte et entourée d'une enveloppe en tôle russe ; elle a 0,387 m. de diamètre intérieur, 1,040 m. de hauteur, sa partie supérieure se trouve à 4,343 m. au-dessus du rail.

Deux soupapes de sûreté, système Richardson, sont montées sur le couvercle du dôme.

Le régulateur comporte deux soupapes équilibrées. Il est placé dans le dôme et actionné par un levier double relié à une tringle de commande qui traverse la chaudière à l'arrière.

Les injecteurs sont du système Monitor. Un injecteur n° 10 est placé à droite et un injecteur n° 9 à gauche. Ils sont montés en dehors de la cabine, mais sont disposés de façon que les manettes de commande se trouvent à l'intérieur de celle-ci.

Les longerons sont en fer martelé. Le corps principal de chacun d'eux est d'une seule pièce ; la partie d'avant est solidement boulonnée et clavetée sur la partie principale.

Les longerons sont reliés entre eux : par une entretoise à l'arrière ; par une entretoise passant sous l'avant du foyer et fixée à chacun des longerons par deux boulons de 0,025 m. ; par une entretoise placée à l'avant de la boîte à feu et solidement boulonnée aux longerons ; par une entretoise située à l'arrière des cylindres ; enfin, par une entretoise placée à l'avant des cylindres.

La partie arrière de la chaudière est supportée et fixée : par une genouillère attachée à la tôle d'arrière de la boîte à feu et reposant sur un support fixé à la plate-forme ; sur chacun des côtés de la boîte à feu, par une bielle dont la tête inférieure est traversée par un boulon passant dans le longeron et dont la tête supérieure est montée sur un axe venu de forge avec un support fixé à la boîte à feu ; par une glissière fixée sous le corps cylindrique et posant sur un support qui est attaché à l'entretoise de châssis placée à l'avant de la boîte à feu.

Les cylindres, extérieurs, sont boulonnés entre eux, à la boîte à fumée et aux longerons ; ils sont en outre clavetés sur ces derniers. Leur couverture se compose d'une enveloppe intérieure en bois et d'une enveloppe extérieure en tôle russe. Le graissage est effectué au moyen d'un appareil Nathan à débit constant, pourvu de deux orifices et comportant des tubes en cristal, pour permettre de contrôler l'écoulement de l'huile ; ce graisseur est placé dans la cabine du mécanicien et ses tuyaux passent sous la couverture de la chaudière.

Les pistons et leurs segments sont en fonte.

Les glissières se composent de quatre barres en fer martelé, cémenté et trempé. Les godets graisseurs sont venus de forge avec les barres.

Les tiges de piston et de tiroir sont pourvues de garnitures métalliques de la United States metallic packing Company.

La distribution de la vapeur est opérée au moyen de coulisses intérieures et d'un renvoi de mouvement.

Les tiroirs sont en fonte dure à grains serrés ; ils sont équilibrés au moyen du dispositif Richardson. Leurs cadres et leurs tiges sont en fer.

Les bielles sont en fer martelé, leur section est en forme de I. Les deux

têtes de bielles motrices sont du type dit à chapes. Les chapes sont fixées au moyen de boulons et de clavettes; elles comportent un godet graisseur venu de forge. Les bielles d'accouplement sont à têtes rondes, garnies de bagues en bronze entrées à la presse sous une pression de 14 t. Les godets graisseurs sont venus de forge sur les bielles.

Les roues motrices et accouplées sont en fonte au bois.

Les bandages sont en acier de Midvale. Ils ont 0,146 m. de largeur et 0,089 m. d'épaisseur. Ils sont maintenus au moyen d'anneaux Mansell réunis par des boulons traversant la jante.

Les tourillons des manivelles des roues sont en fer martelé; ils sont cémentés et trempés. Le bouton des bielles motrices a 0,140 m. de diamètre et 0,140 m. de longueur; ceux des bielles d'accouplement ont 0,115 m. de diamètre et 0,089 m. de longueur.

Les boîtes des essieux moteurs sont en bronze avec dessous de boîtes en fonte.

Le bogie se compose d'un châssis en fer forgé sur lequel sont fixées les glissières de boîtes d'essieu, également en fer forgé. Le pivot est monté sur une plaque en fonte qui repose sur les traverses du bogie. Toutes les parties de ce dernier sont ajustées à la machine.

Le bogie ne comporte aucun dispositif permettant un déplacement latéral.

Les fusées des essieux ont 0,152 m. de diamètre et 0,254 m. de longueur.

Les boîtes d'essieux sont en fonte, avec coussinets en bronze et régulés.

La carcasse de la cabine est faite en fers cornières. Les panneaux et la toiture sont en noyer foncé verni. La cabine est supportée par des consoles en fonte fixées aux longerons. Dans l'intérieur, on installe des boîtes à outils et des sièges pour le mécanicien et pour le chauffeur.

Le châssis du tender se compose de fers cornières de 0,165 m. × 0,102 m. × 0,019 m. convenablement reliés entre eux et entretoisés. Il est recouvert d'un plancher en sapin de 0,051 m. d'épaisseur, sur lequel on pose, dans la partie formant soute à combustible, un deuxième plancher en chêne de 0,025 m.

Les caisses sont formées de tôles de 0,006 m. réunies par des rivets de 0,011 m. espacés de 0,038 m.

La trompe pour la prise d'eau en marche est commandée par un levier placé sur le côté gauche de la soûte à combustible.

L'attelage d'arrière est du système Gould. La hauteur de l'axe de l'attelage au-dessus du rail est de 0,889 m. Un tampon sec est fixé sur la traverse d'arrière, la partie supérieure de ce tampon est à une hauteur de 1,270 m. au-dessus du rail. L'attelage d'avant se compose d'une barre de traction rigide et de chaînes de sûreté.

Les bogies ont deux essieux espacés de 1,346 m. d'axe en axe; ils com-

portent deux bâtis en fer et une traverse formée de deux fers en U placés de champ et réunis à leur partie supérieure et à leur partie inférieure par des tôles rivées; des chapeaux en fonte ferment les extrémités de la traverse.

Les dimensions principales de cette machine et de son tender sont relatées dans le tableau placé à la fin de ce chapitre.

Cette locomotive est incontestablement une des plus puissantes machines à voyageurs à quatre roues accouplées qui aient jamais été construites; la charge de chacun des essieux accouplés est un peu supérieure à 19 t. et la capacité de la chaudière est en proportion, en vue de l'utilisation de cette adhérence aux plus grandes vitesses. A première vue même, elle paraît d'une puissance exagérée pour le travail qui lui est demandé, le poids à remorquer ne dépassant guère 170 t. pour une vitesse moyenne de marche de 87 km., et 260 t., sans la machine, à la vitesse de marche de 75 km. On ne doit pas perdre de vue, toutefois, que cette locomotive est établie en vue de remorquer également les express moins rapides qui pèsent plus de 400 t. Nous pensons aussi que M. Buchanan, ingénieur en chef du matériel et de la traction du *New York Central Railroad*, a voulu, pour assurer en toute saison le service du train rapide de Buffalo et prévoir dans l'avenir un accroissement de poids, se réserver une marge considérable de puissance.

La même Compagnie a mis en service, en 1896, de nouvelles locomotives du même type non moins puissantes mais montées sur des roues de diamètre plus faible (1,95 m. pour certaines d'entre elles, 1,75 m. pour les autres) et qui présentent les dimensions principales relatées ci-après :

Surface de grille	2,86 m²
— de chauffe	178,80 —
Diamètre intérieur minimum du corps cylindrique	1,51 m.
Nombre de tubes	288
Timbre	13,20 kg.
Diamètre des cylindres	0,475 m.
Course des pistons	0,610 —
Diamètre des roues motrices	1,950 et 1,750 m.
Poids adhérent en charge	40,50 t.
— total —	63,20 —
Contenance des caisses du tender	18,00 m³

Au nombre des toutes récentes locomotives américaines à grande vitesse, nous citerons deux machines qui offrent entre elles de grands points de ressemblance bien qu'exécutées pour des réseaux et par des constructeurs différents et qui semblent indiquer que la tendance vers l'unification des types, si remarquable en Angleterre et dont nous avons parlé, tend à se faire jour de plus en plus aux États-Unis après y avoir été pendant quelques années perdue de vue.

La première de ces locomotives (fig. 216) a été construite par les ate-

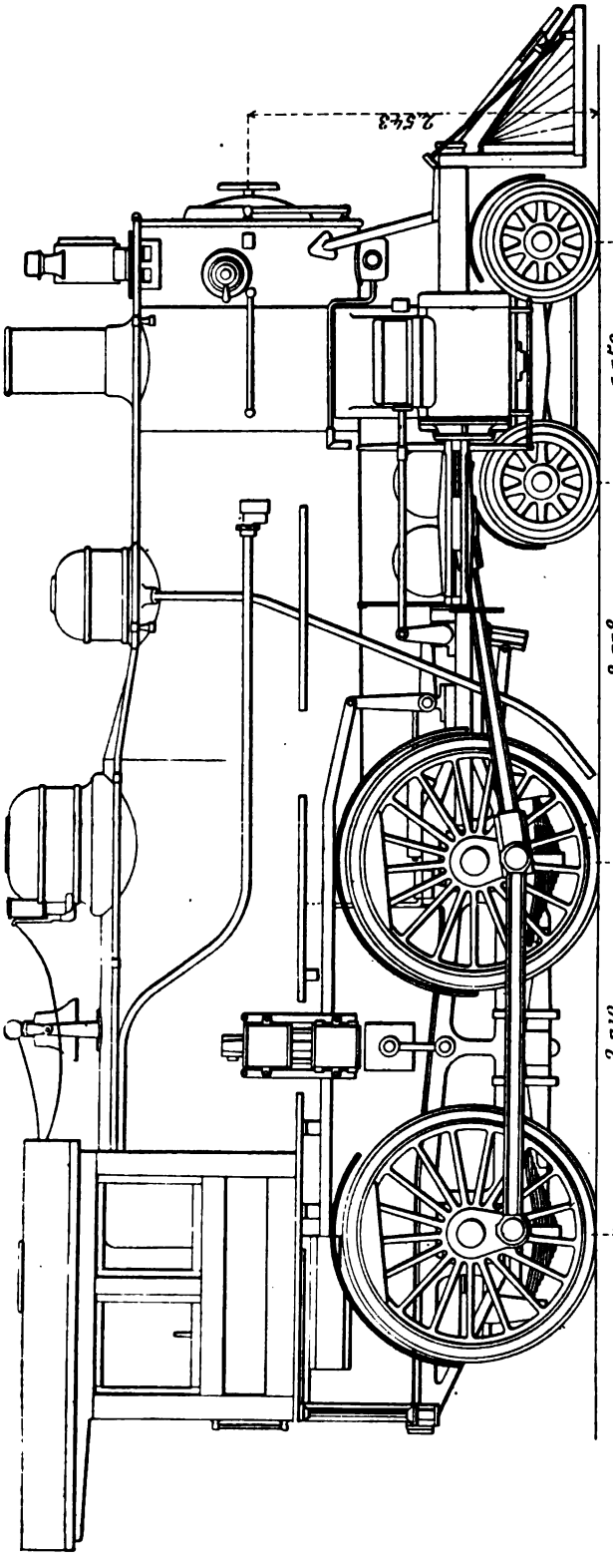


Fig. 216. — Locomotive à grande vitesse du *Boston and Maine Railroad* (Rhode Island).

liers de Rhode Island pour le ***Boston and Maine Railroad.*** C'est une puissante locomotive à bogie destinée à brûler des charbons demi-gras. La surface de grille est de 2,44 m² et la surface totale de chauffe de 182,67 m²; la chaudière est timbrée à 12,67 kg. Le corps cylindrique, dont le diamètre est de 1,524 m. à l'intérieur de la petite virole, est formé de tôles d'acier de 14,3 mm. d'épaisseur; il renferme 299 tubes de 51 mm. d'épaisseur. L'axe de la chaudière est placé à 2,584 m. du plan supérieur des rails.

Les roues motrices et accouplées, en acier moulé, ont un diamètre au roulement de 1,829 m.; celles du bogie, formées du même métal, ont 0,838 m. de diamètre.

Les cylindres, égaux, ont un diamètre de 0,483 m. et une course de 0,610 m.

Le poids total en ordre de marche est de 56,70 t., dont 36,70 t. disponibles pour l'adhérence.

Ces locomotives bien

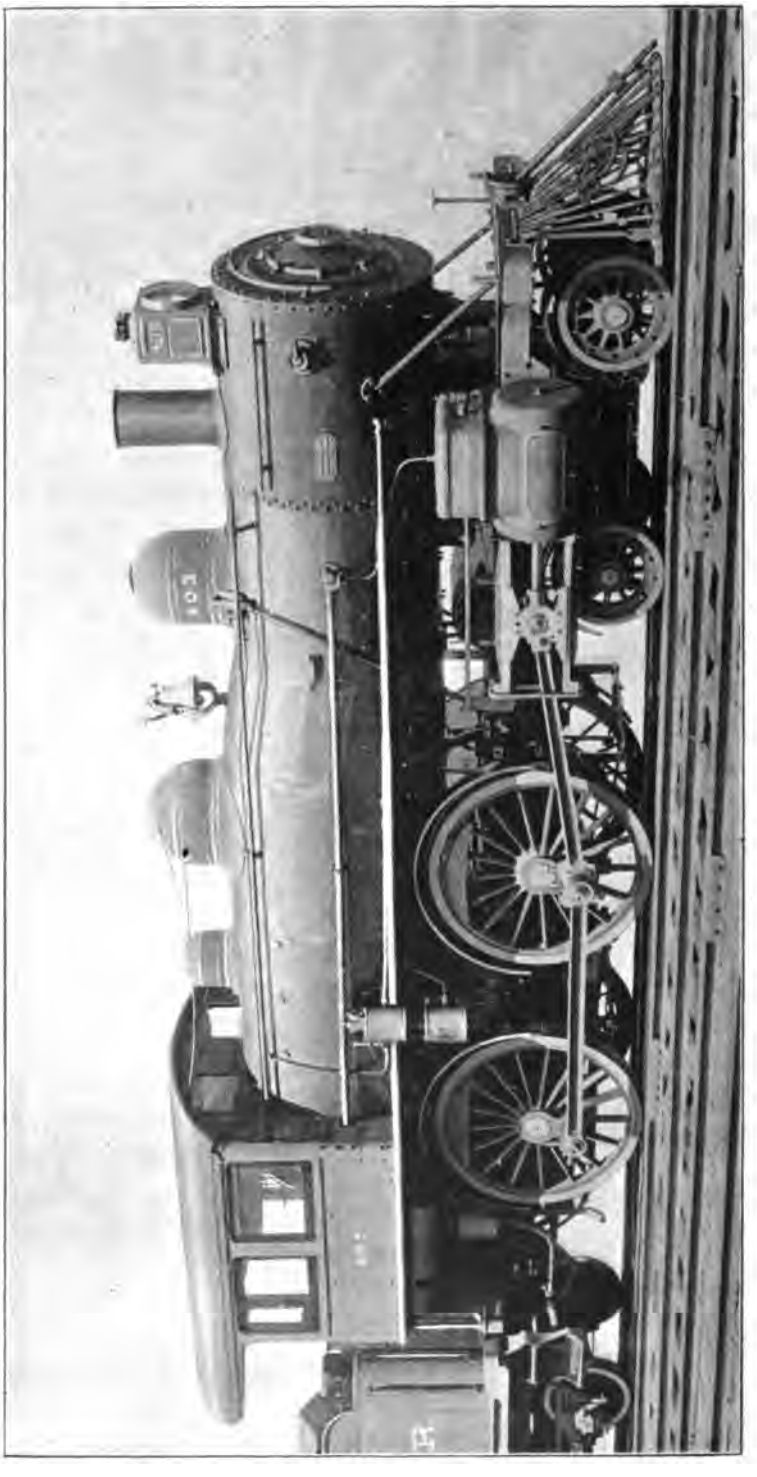


Fig. 217. — Locomotive à grande vitesse du *New York New Haven and Hartford RR.* (Schenectady).

qu'appartenant à un type nouveau pour cette Compagnie ont été étudiées en

vue de présenter le plus grand nombre possible d'organes interchangeables avec les machines des types antérieurs. En outre, elles sont disposées de manière à constituer, avec le minimum possible de modifications, trois catégories de machines appelées au service des trains rapides, des trains de voyageurs lourds et de marchandises. Les premières reçoivent des roues de 1,829 m., les secondes des roues de 1,700 et les troisièmes des roues de 1,600 m. Les deux premiers types sont munis des mêmes cylindres ; dans le dernier, la course a été portée à 0,660 m., le diamètre ne changeant pas, ce qui permet d'utiliser les mêmes pistons. On se sert d'ailleurs des mêmes

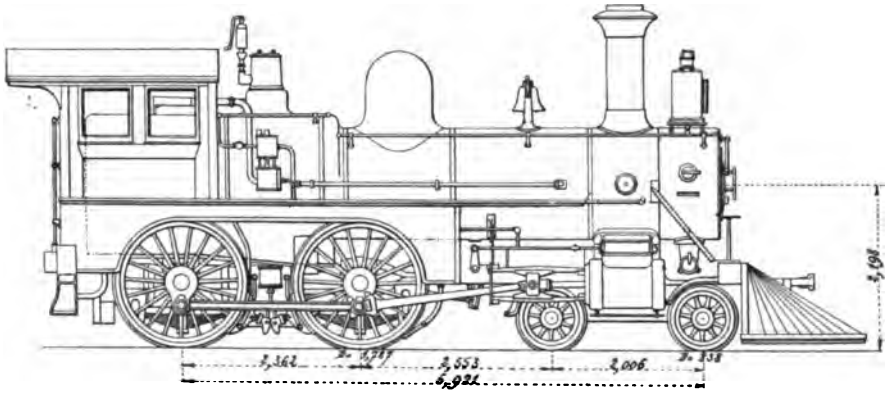


Fig. 218. — Locomotive à grande vitesse (type normal, *standard*) du *Pennsylvania Railroad.*

cylindres pour tous les types, les plateaux des locomotives à voyageurs étant plus épais ; la seule modification apportée lors de leur construction consiste à reporter plus près du centre les boutons des manivelles.

La seconde machine, construite par les usines de Schenectady pour le *New York New Haven and Hartford RR.* représentée figure 217 d'après une photographie, appartient au même type, mais elle est plus puissante. La chaudière, timbrée à 13,36 kg., est à wagon-top comme dans la locomotive précédente. Le corps cylindrique, d'un diamètre intérieur de 1,584 m., renferme 312 tubes de 51 mm. La surface totale de chauffe est de 196 m² et la surface de grille de 2,80 m².

Les cylindres, égaux, ont un diamètre de 0,508 m. et une course de 0,610 m. Le mécanisme, dont nous publions dans la seconde partie de cet ouvrage quelques organes de détail — bielles, crosses, etc., — est très léger, surtout si on le compare à celui des machines américaines de types antérieurs.

Les roues, en acier moulé, ont un diamètre au contact de 1,854 m. Les fusées des essieux moteurs ont 0,229 m. de diamètre et 0,305 m. de longueur. La charge sur les essieux accouplés est de 41 t. environ.

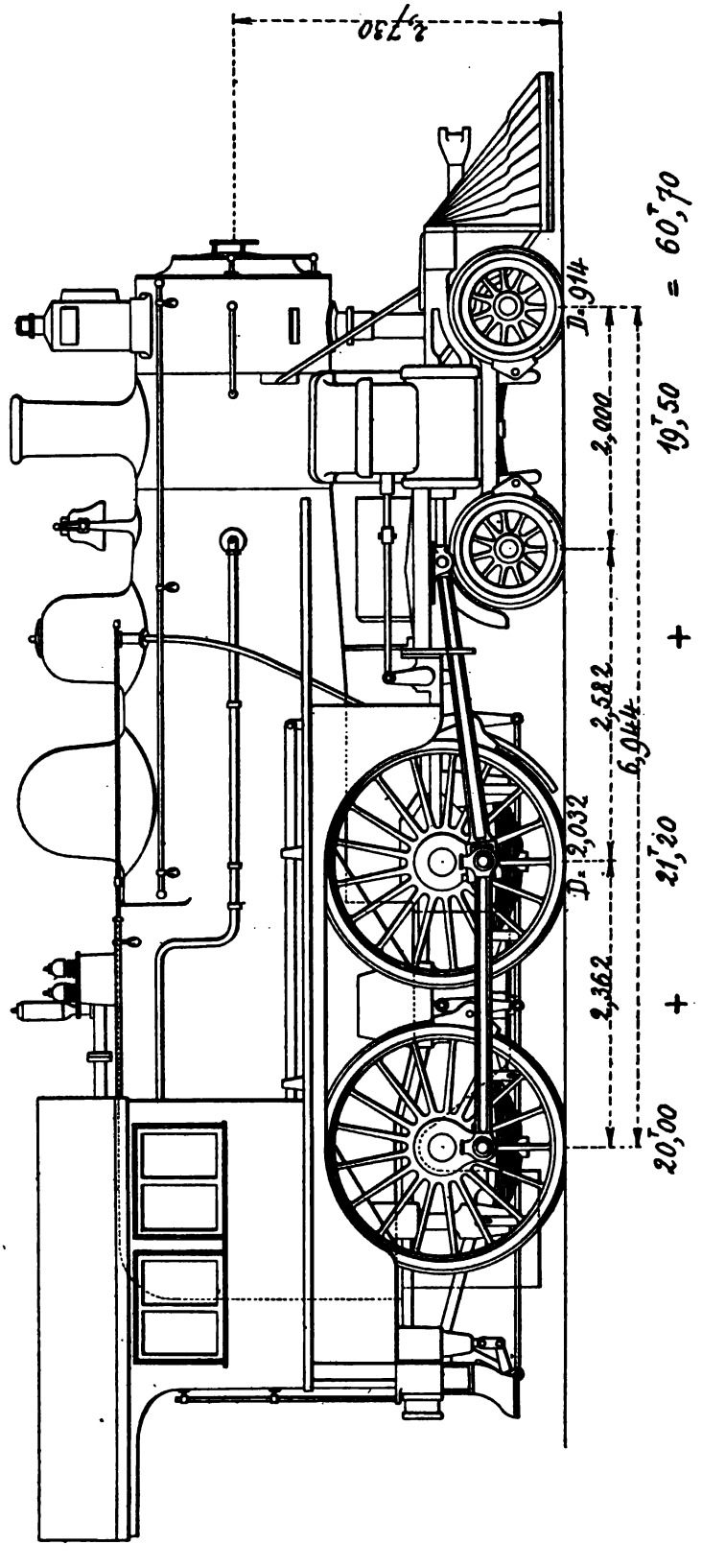


Fig. 219. — Locomotive à grande vitesse (classe P) du *Pennsylvania Railroad*.

C'est une très belle machine qui accomplit, dans d'excellentes conditions, un service des plus pénibles.

Tout le service des trains de voyageurs du *Pennsylvania Railroad* est effectué à l'aide de locomotives à deux essieux accouplés et à bogie appartenant à quatre types principaux formant chacun le développement du précédent, tout en gardant de nombreux points de ressemblance Le premier de ces types a été créé, croyons-nous, vers 1875. La boîte à feu, très plate et très longue, est du type à wagon-top et passe au-dessus de l'essieu accouplé ; surface de grille : 3,22 m. (anthracite). Les roues motrices ont 1,727 m. de diamètre, les cylindres ont 0,460 m. × 0,610 m. et le poids total de charge est de 52 t. Ce type a été successivement renforcé (fig. 218) et muni d'un foyer Belpaire dont la grille

passe au-dessus de l'essieu arrière (classes P et L). Le dernier modèle, sorti en 1896 des ateliers de la compagnie à Altoona, est un des plus puissants que l'on ait jamais construit (fig. 219). Il a perdu quelques-uns des caractères extérieurs jusqu'ici spéciaux aux locomotives du *Pennsylvania RR.* pour se rapprocher davantage du type général américain.

Cette locomotive est à quatre roues accouplées, de 2,032 m. et à cylindres extérieurs; elle comporte un bogie à l'avant. L'empattement total est de 6,944 m. La chaudière, à foyer Belpaire, est de grand volume, et se trouve placée à une grande hauteur; la distance de l'axe du corps cylindrique au rail est de 2,73 m. Le cadre du foyer passe au-dessus des longerons; on a pu ainsi donner à la boîte à feu la largeur maximum que permet l'écartement intérieur des bandages des roues motrices et accouplées.

Le corps cylindrique est formé de deux viroles : l'une, placée à l'arrière, présente un diamètre intérieur de 1,60 m.; l'autre, tronconique, relie la première à la boîte à fumée, dont le diamètre extérieur est de 1,30 m. Le dôme est sur la grande virole. La chaudière et le foyer sont entièrement en acier.

Le mécanisme est disposé comme dans toutes les machines américaines.

Les deux essieux accouplés, qui ne sont écartés que de 2,362 m., sont conjugués, de chaque côté, par un balancier longitudinal.

Les dimensions principales de cette machine sont les suivantes :

Longueur de la boîte à feu.	3,228 m.	Course des pistons.	0,660 m.
— intérieure du foyer.	3,040 —	Diamètre des roues motrices.	2,032 —
Largeur de la boîte à feu .	1,200 —	— — porteuses.	0,914 —
Surface de grille	3,13 m²	Empattement fixe	2,362 —
Diamètre du corps cylindrique.	1,600 m.	— total.	6,944 —
Longueur utile des tubes .	3,460 —	Poids total en charge . . .	60,70 t.
Nombre de tubes	310	Poids adhérent	20,00 —
Surface de chauffe directe.	16,40 m²		21,20 —
— — totale .	180,50 —	Poids du tender (prise d'eau en route).	31,50 —
Timbre	13,00 kg.	Poids total, machine et tender.	92,20 —
Diamètre des cylindres . .	0,462 m.		

Le faible poids du tender en charge s'explique par l'emploi des auges pour prise d'eau en route, général sur la grande ligne de *Pennsylvania.*

Les machines de ce type remorquent le *Pennsylvania Limited Express* ordinairement composé de sept voitures Pullman dont le poids total, non compris machine et tender, s'élève à 300 t. environ.

L'*Illinois Central RR.* a mis en service en 1896 un type de locomotive qui est la dernière expression d'un modèle usité depuis plusieurs années déjà et qui est particulièrement intéressant comme indiquant une tendance très marquée au rapprochement avec la pratique anglaise, tout au moins sous le

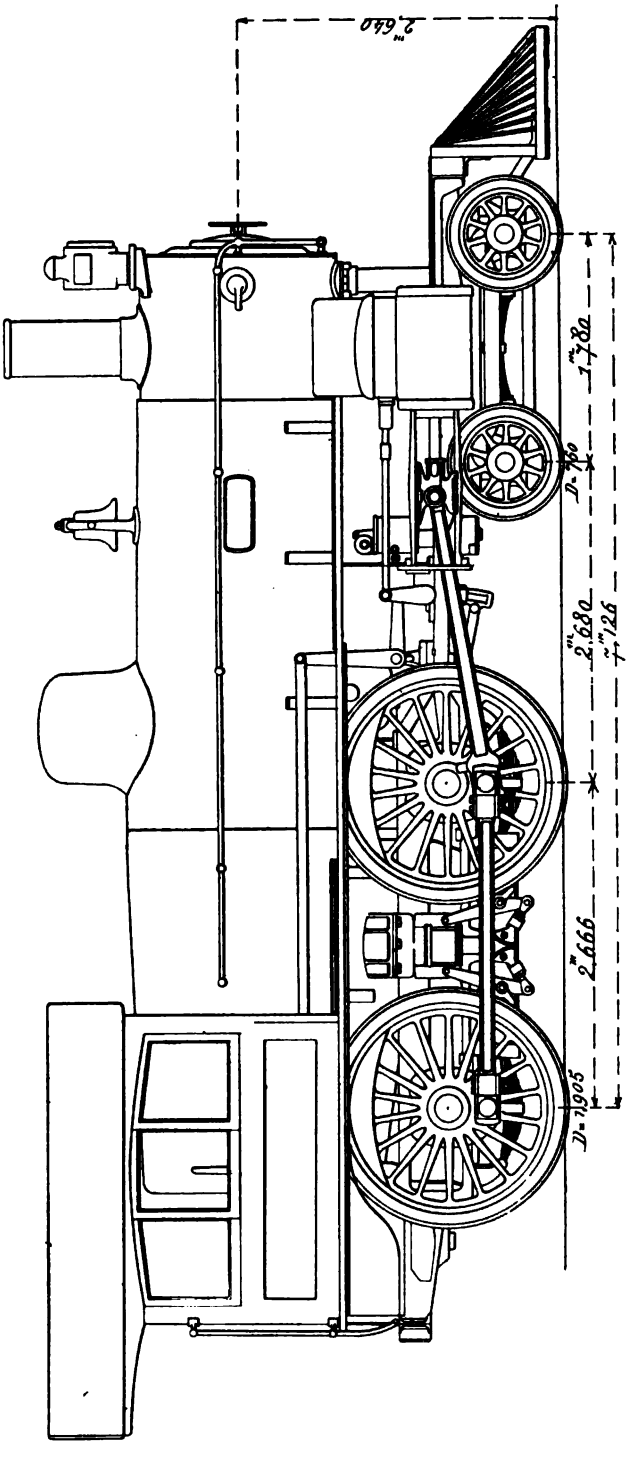


Fig. 220. — Locomotive à grande vitesse de l'*Illinois Central Railroad* (type de 1897).

rapport des formes et de l'étude plus soignée de l'arrangement des détails. Cette locomotive, construite dans les ateliers de Brooks, est représentée figure 220.

La chaudière, à boîte à feu Belpaire et wagon-top peu accentué, est timbrée à 14 kg.; le corps cylindrique, dont l'axe est placé à une hauteur de 2,64 m. du rail et d'un diamètre minimum intérieur de 1,575 m., renferme 274 tubes de 51 mm. de diamètre extérieur. Les surfaces de chauffe totale et de grille sont respectivement de 167, 22 m² et de 2,46 m². Afin d'élargir le foyer qui descend entre les longerons, on amincit ceux-ci de manière qu'ils présentent, par le travers de la boîte à feu, à peu près les proportions et les dimensions des longerons européens. Cette tendance, unique jusqu'ici aux États-Unis, était à signaler[1].

[1] Le *Grand Trunk of Canada*, qui est d'ailleurs une Compagnie anglaise, emploie depuis de longues années une disposition analogue ; la partie arrière des longerons, vis-à-vis du foyer, est en tôle comme dans les machines européennes; la partie qui se trouve entre les roues motrices l'essieu moteur et les cylindres est constituée par des barres en fer forgé, à l'américaine, réunies aux longerons arrière par un solide boulonnage.

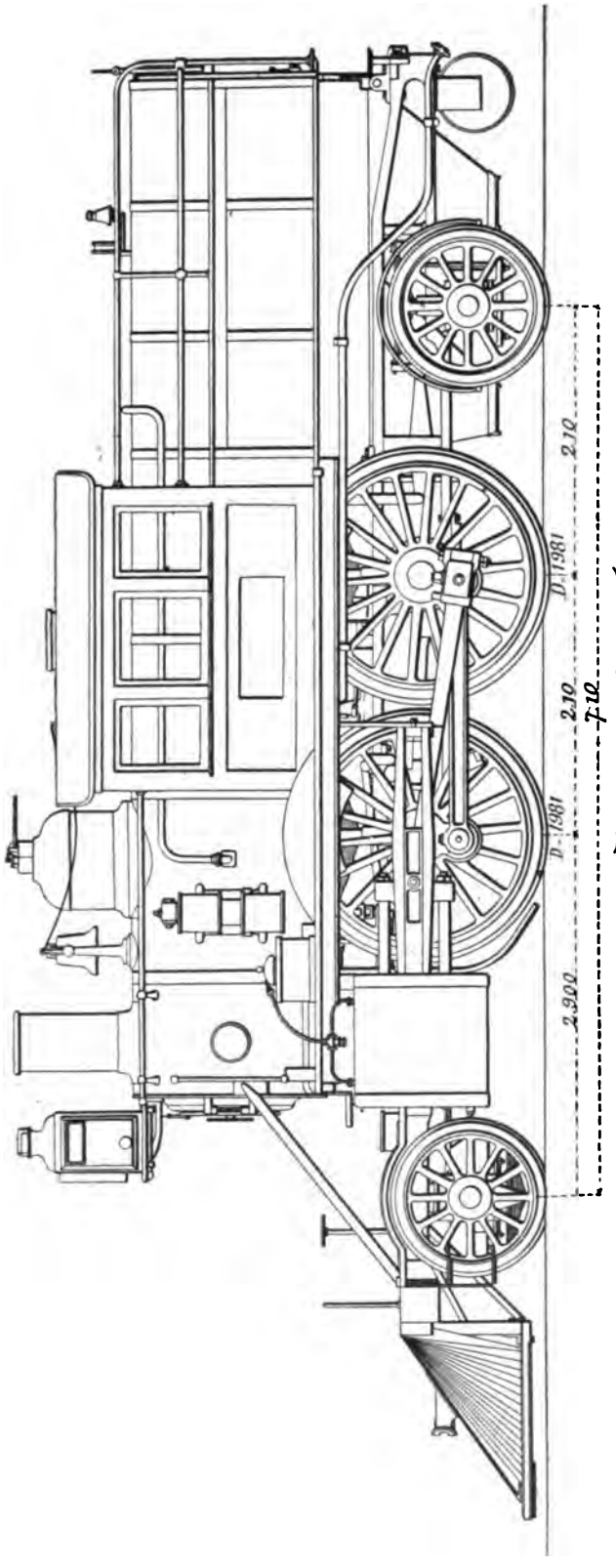


Fig. 221. — Locomotive compound à grande vitesse, avec foyer Wootten, du *Philadelphia and Reading Railroad* (Baldwin).

Les cylindres ont 0,457 m. de diamètre et une course de 0,660 m. Tout le mécanisme est disposé suivant les usages de la pratique américaine, on s'est toutefois attaché, comme dans les machines récentes des autres réseaux, à réduire beaucoup le poids des organes alternatifs; les crosses et les bielles, fortement évidées, sont très légères.

Les roues motrices et accouplées, en acier moulé, ont un diamètre de 1,905 m.; les roues du truck, confectionnées aussi en acier moulé, ont un diamètre de 0,762 m.

Les constructeurs se sont attachés à simplifier autant que possible l'aspect de cette machine. Le tringlage est des plus simples; le corps cylindrique ne comporte qu'un dôme unique renfermant le régulateur; les soupapes et les prises de vapeur auxiliaires sont placés sur une colonnette située à l'intérieur de l'abri. La sablière est reportée sous la chaudière ainsi que le petit-

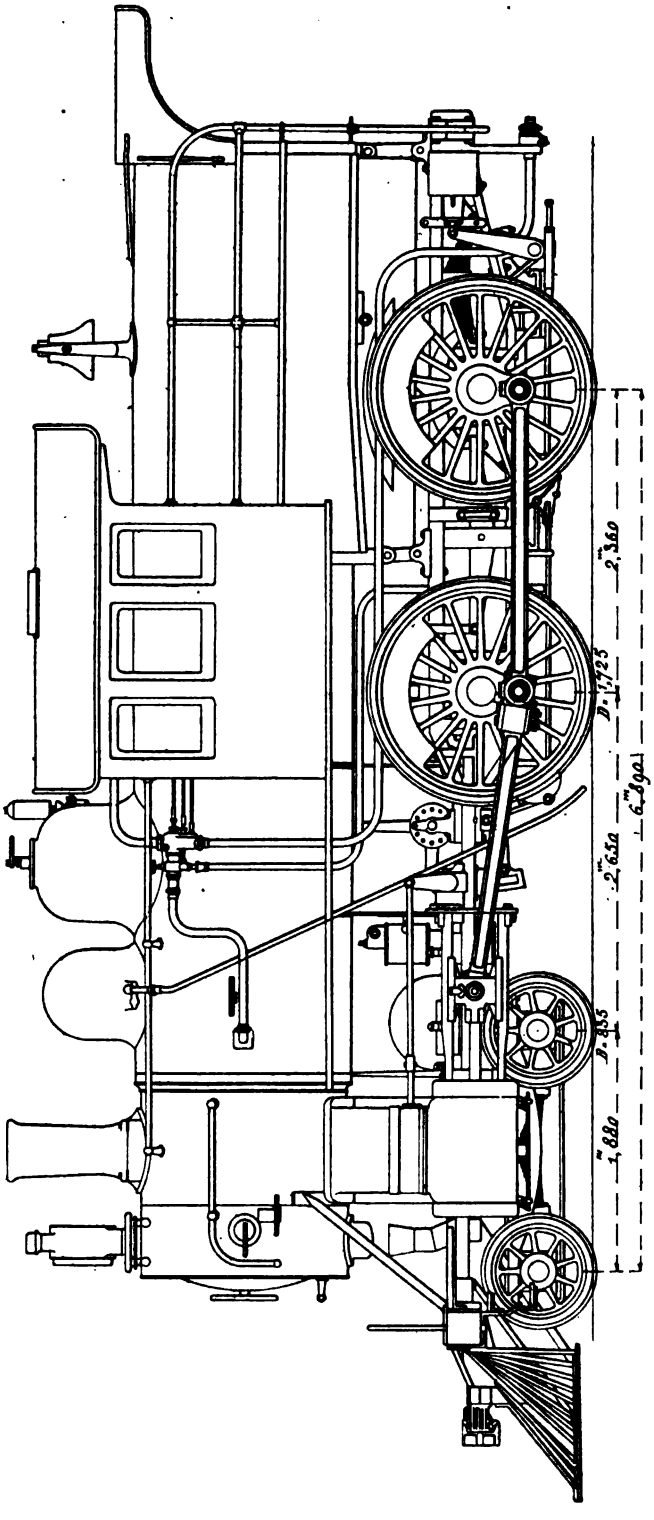


Fig. 222. — Locomotive à grande vitesse, munie du foyer Wootten, du *Lehigh Valley Railroad*.

cheval et le réservoir du frein. On a renoncé au grand fanal américain remplacé par une lanterne de dimensions relativement faibles.

Les locomotives à foyer Wootten, destinées à brûler de l'anthracite menu sont très répandues sur certains réseaux de l'Est (*Lehigh Valley RR.*, *Philadelphia and Reading RR.*, *Erie RR*). Elles appartiennent à deux modèles. Dans le premier, le type général de la machine a été modifié de manière à permettre l'élargissement du foyer sans remonter d'une manière excessive l'axe de la chaudière et de permettre l'emploi de roues de grand diamètre concurremment avec le foyer élargi passant au-dessus d'elles. Dans le second, au contraire, on a conservé la disposition classique des essieux et on a suffisamment relevé la chaudière pour permettre à la grille de s'étendre de part et d'autre au-dessus des roues accouplées.

Dans toutes les machines à chaudière Wootten, la largeur du

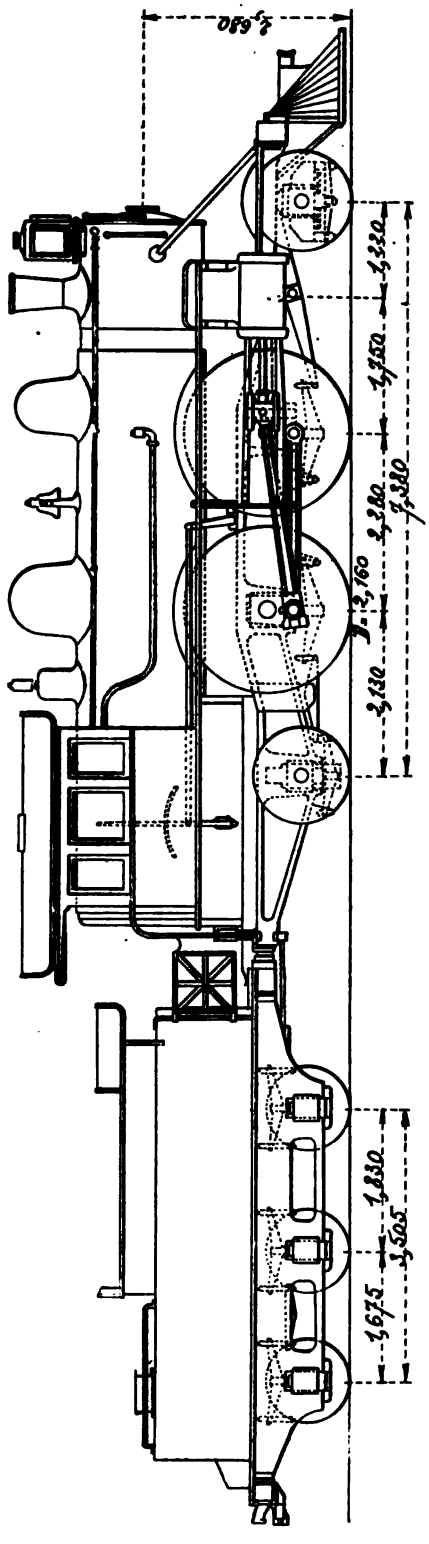


Fig. 223. — Locomotive à grande vitesse du *Chicago, Burlington and Quincy Railroad* (Baldwin).

foyer ne permet pas de placer l'abri à l'arrière, on le reporte vers le milieu, immédiatement à l'avant de la longue boîte à feu, le chauffeur restant à l'arrière, sur la plate-forme du tender. Cette combinaison présente de graves inconvénients. Le mécanicien est séparé du chauffeur et ne peut ou surveiller son service ou recevoir de lui une aide quelconque ; il reste seul pour veiller aux signaux. Pendant le jour, les deux agents peuvent encore correspondre par signes mais la nuit ce moyen de communication n'est même plus à leur disposition. En outre, l'abri, placé à cheval sur la chaudière, est très resserré ; le mécanicien, qui d'ailleurs est normalement assis comme sur toutes les machines américaines, peut à peine s'y tenir debout. L'accès en est peu aisé.

Comme exemple des locomotives à foyer Wootten du premier type, nous citerons la machine express construite par les ateliers Baldwin et qui forme une grande partie de l'effectif du *Philadelphia and Reading RR.* (fig. 221).

Le foyer est du type Wootten décrit ailleurs, avec grille aquatubulaire. La chaudière, en acier, est très puissante. Le diamètre intérieur du corps cylindrique est de 1,429 m. et le timbre de 12,67 kg. L'épaisseur des tôles n'est que de 16 mm. pour le corps cylindrique et de 13 mm. pour les deux plaques tubulaires.

Cette machine est du système compound Vauclain à quatre cylindres.

Les roues motrices et accouplées sont placées au milieu, à l'avant du foyer, entre deux essieux dont l'un passe sous la grille et dont l'autre, placé à l'avant des cylindres, appartient à un bissel. Ce type de machine offre moins de stabilité que les locomotives à bogie du type classique; certaines d'entre elles sont cependant attachées à un service des plus rapides (*Royal Blue Line*).

Le poids total de cette machine est de 58,85 t. en ordre de marche, dont 37,50 t. disponibles pour l'adhérence.

Les dimensions principales de cette locomotive sont résumées ci-après :

Surface de grille	7,06 m²
— de chauffe directe	16,07 —
— — tubulaire	117,24 —
— — totale	133,31 —
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1.429 m.
Nombre de tubes	324
Longueur utile des tubes	3,048 m.
Diamètre des cylindres. H. P	2 × 0,330 m.
Diamètre des cylindres. B. P	2 × 0,559 —
Course des pistons	0,610 m.
Diamètre des roues motrices	1,981 —
— — du truck	1,219 —
Poids adhérent en ordre de marche	37,50 t.
— total — —	58,80 —
Contenance des caisses du tender	18,00 m³

Sur les lignes de l'*Erie* et du *Lehigh Valley*, on emploie beaucoup des locomotives express à foyer Wootten appartenant à la deuxième catégorie et dont la disposition des essieux et du bogie de diffère en rien de celle des locomotives américaines du type classique; toutefois, comme le diamètre des roues motrices n'excède pas 1,75 m., on a pu faire passer la grille au-dessus des roues sans placer l'axe du corps cylindrique à une cote inusitée aux États-Unis, soit entre 2,65 m. et 2,72 m. La machine du *Lehigh Valley* est représentée figure 222 et présente les dimensions principales consignées ci-après. La boîte à fumée est du type prolongé, assez rarement usitée avec le foyer Wootten.

Surface de grille	7,00 m²
— de chauffe totale	172,72 —
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1,500 m.
Timbre	11,25 kg.
Nombre de tubes	248
Longueur des tubes entre plaques	4,127 m.
Diamètre des cylindres	0,503 —
Course des pistons	0,610 —
Diamètre des roues motrices	1,725 —
Poids adhérent en ordre de marche	40,50 t.
— total — —	57,80 —

La disposition des essieux de la machine express du *Philadelphia and Reading*, dont nous parlions plus haut, n'est d'ailleurs plus spécialisée aux locomotives à foyer Wootten. Les ateliers Baldwin l'ont appliquée récemment à des machines destinées à brûler des charbons bitumineux, et dans lesquelles on a tenu à élargir le foyer, mais dans une proportion beaucoup moins considérable pour obtenir une grande surface de grille sans trop allonger le foyer. Nous citerons comme exemple de cette classe de machines les locomotives du type *Columbia*, dont les roues motrices ont 2,14 m. de diamètre. La surface de grille est de 2,30 m². seulement et la surface de chauffe totale de 137,42 m². Le timbre est de 12,67 kg. Cette machine est du type compound Vauclain avec quatre cylindres ayant respectivement deux à deux des diamètres de 0,330 m. et 0,559 m. avec une course commune de 0,660 m. Le poids total en charge est de 57,45 t. avec un poids adhérent de 37,70 t.

Plus puissantes sont les machines mises en service en 1896 sur les lignes du *Chicago Burlington and Quincy* et qui sont représentées par un schéma figure 223. Grâce à cette disposition, on a pu porter la largeur de la grille à 1,524 m., ce qui donne, pour une longueur de 2,71 m., une surface de grille de 4,12 m², la plus considérable, croyons-nous, qui ait jamais été appliquée à des locomotives destinées à brûler des charbons demi-gras. Cette machine est d'ailleurs très puissante, la surface de chauffe totale est de 147 m² dont près de 18 m² de surface directe ; la charge sur l'essieu moteur est de 21,13 t. et sur l'essieu accouplé de 18 t., poids total en charge 62 t. Les cylindres ont un diamètre de 0,483 m. et une course de 0,660 m. ; le timbre de la chaudière est de 14 kg.

Des locomotives d'un type analogue ont été construites pour divers réseaux

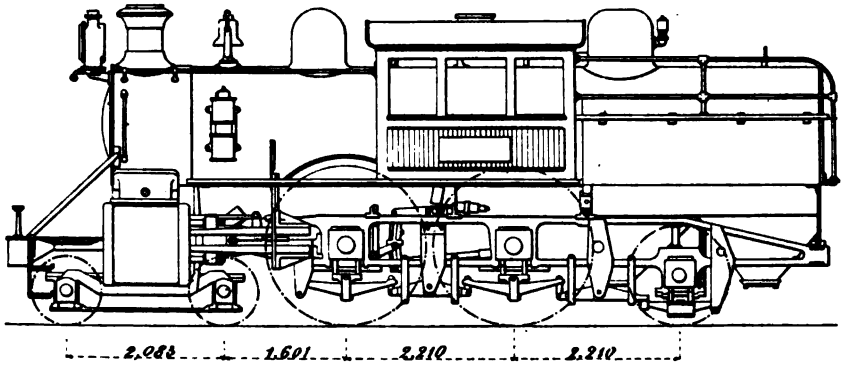


Fig. 224. — Locomotive à grande vitesse, à foyer Wootten, du *Philadelphia and Reading Railroad.*

américains et, dans quelques-uns d'entre eux, tout en conservant la même disposition pour les essieux accouplés et porteur arrière, on a remplacé le bissel par un bogie entre les roues duquel sont placés les cylindres comme

dans les locomotives à grande vitesse du type usuel en Amérique. La machine est ainsi plus longue et plus lourde, mais aussi plus stable. Nous citerons comme exemple de cette disposition les locomotives à cinq essieux dont deux accouplés du *Chicago Milwaukee and Saint-Paul*, mais qui n'ont pas de foyer Wootten. Elles offrent les dimensions principales consignées ci-dessous :

Surface de grille		2,84 m²
— de chauffe totale		208,74 —
Timbre de la chaudière		13,00 kg.
Diamètre intérieur minimum du corps cylindrique		1,500 m.
Nombre de tubes		264
Diamètre des cylindres.	H. P.	2 × 0,330 m.
	B. P.	2 × 0,560 —
Course des pistons		0,660 m.
Diamètre des roues accouplées		1,950 —
— — du bogie		0,900 —
— — porteuses		1,350 —
Empattement rigide		7,650 —
— total		4,050 —
Poids total en ordre de marche		63,31 t.
— adhérent		32,22 —

Un autre exemple nous est fourni par les locomotives du type *Atlantic*, à foyer Wootten du *Philadelphia and Reading* (fig. 224) du système compound

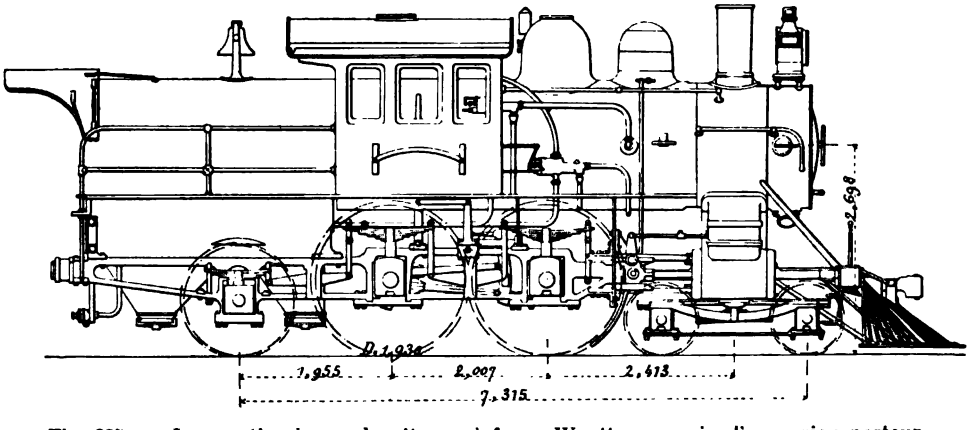


Fig. 225. — Locomotive à grande vitesse, à foyer Wootten, munie d'un essieu porteur à l'arrière, du *Lehigh Valley Railroad.*

Vauclain, dans lesquelles la surface de grille s'élève à 7,06 m². et la surface de chauffe totale à 155,60 m². Les roues accouplées ont un diamètre de 2,140 m. et l'empattement totale s'élève à 8,16 m. dont seulement 4,480 m. d'empattement fixe. Le poids total en service s'élève à 64,85 t. dont 35,65 t. sur les deux essieux accouplés.

Ces locomotives remorquent des trains de neuf grandes voitures améri-

caines dont trois Pullman à la vitesse moyenne de 96 km. à l'heure sur la ligne de Philadelphie à Atlantic City.

Enfin la figure 225 représente une toute récente machine du même type, appartenant au *Lehigh Valley RR.*

LOCOMOTIVES A SIX ROUES ACCOUPLÉES

62. Les locomotives à six roues accouplées sont d'un emploi plus général aux États-Unis que partout ailleurs, pour le service des voyageurs et des marchandises. Nous avons vu que ces machines, toujours à adhérence partielle, se divisaient, sous le rapport de leur destination, en deux classes principales suivant le diamètre de leurs roues; les unes sont consacrées au service des trains lourds accélérés (voyageurs ou marchandises) l'autre à celle des trains ordinaires de marchandises. En règle générale, dans le premier cas, ces locomotives appartiennent au type à bogie; dans le second cas au type *Mogul;* quelques réseaux cependant ont des machines Mogul à grande vitesse et des locomotives à marchandises à bogie.

Ces machines, quel que soit leur type, se divisent en trois catégories suivant la disposition du foyer. Dans la première, autrefois la plus répandue, aujourd'hui un peu délaissée, le foyer descend entre les deux essieux accouplés arrière dont l'écartement est beaucoup plus grand que l'entraxe des essieux moteur et accouplé avant. Dans la seconde actuellement plus en faveur parce qu'elle permet d'accroître la surface de grille, le foyer, bien que destiné aussi à brûler des houilles demi-grasses, passe au-dessus de l'essieu arrière, la chaudière est placée plus haut. L'écartement entre l'essieu moteur et l'essieu arrière peut être égal ou supérieur à celui du même essieu et de l'essieu accouplé avant. Dans la troisième, le foyer, du type Wootten, destiné à la combustion des anthracites, passe au-dessus des roues arrière et les déborde latéralement.

Dans tous les types, c'est l'essieu milieu qui est moteur.

Nous n'entrerons pas dans la description détaillée des locomotives de ces différents types qui ne diffèrent que par leurs dispositions d'ensemble des machines à quatre roues accouplées. Il nous suffira de donner quelques exemples.

Machines Mogul. — Ces locomotives sont extrêmement répandues.

On trouvera figure 226 une locomotive du type classique construite par les ateliers Baldwin. Les cylindres ont 0,483 m. $\times$ 0,610 m.; le diamètre des roues accouplées est de 1,422 m. avec un empattement fixe de 4,699 m, et un empattement total de 7,165 m. Le poids total en charge est de 50 t. dont 41,41 t. sur les roues accouplées.

Le tender, à bogies, porte 13,250 lit. d'eau et 5,70 t. de charbon. Il pèse 33 t. en charge.

Ce sont des machines d'un type analogue, à foyer plus ou moins grand,

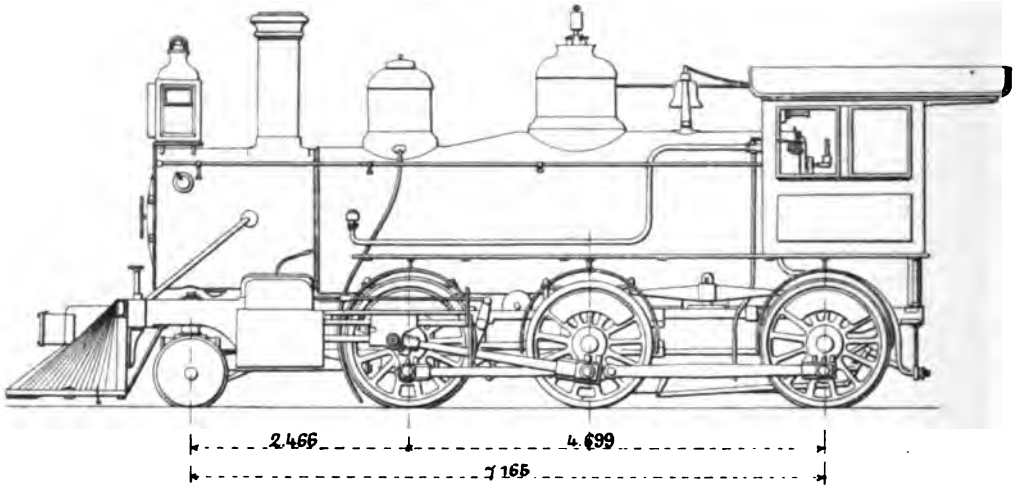


Fig. 226. — Locomotive américaine du type *Mogul* (*Baldwin*).

qui effectuent, aux États-Unis, la plus grande partie du service des marchandises.

Depuis quelques années, la concurrence acharnée que se font les Com-

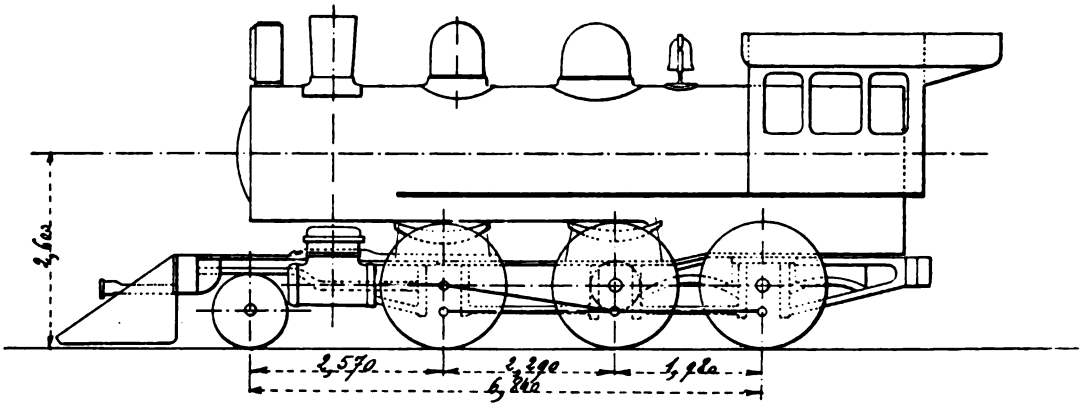


Fig. 227. — Locomotive à marchandises, type Mogul, du *Delaware and Susquehanna Railroad.*

pagnies a entraîné un accroissement continu de la vitesse des trains de marchandises et du nombre des trains lourds accélérés. Cette tendance a eu pour résultat une augmentation considérable de la puissance des machines du type Mogul et du diamètre de leurs roues. Nous en verrons trois exemples typiques.

Les ateliers Baldwin ont livré en 1894 au *Delaware and Susquehanna RR.*

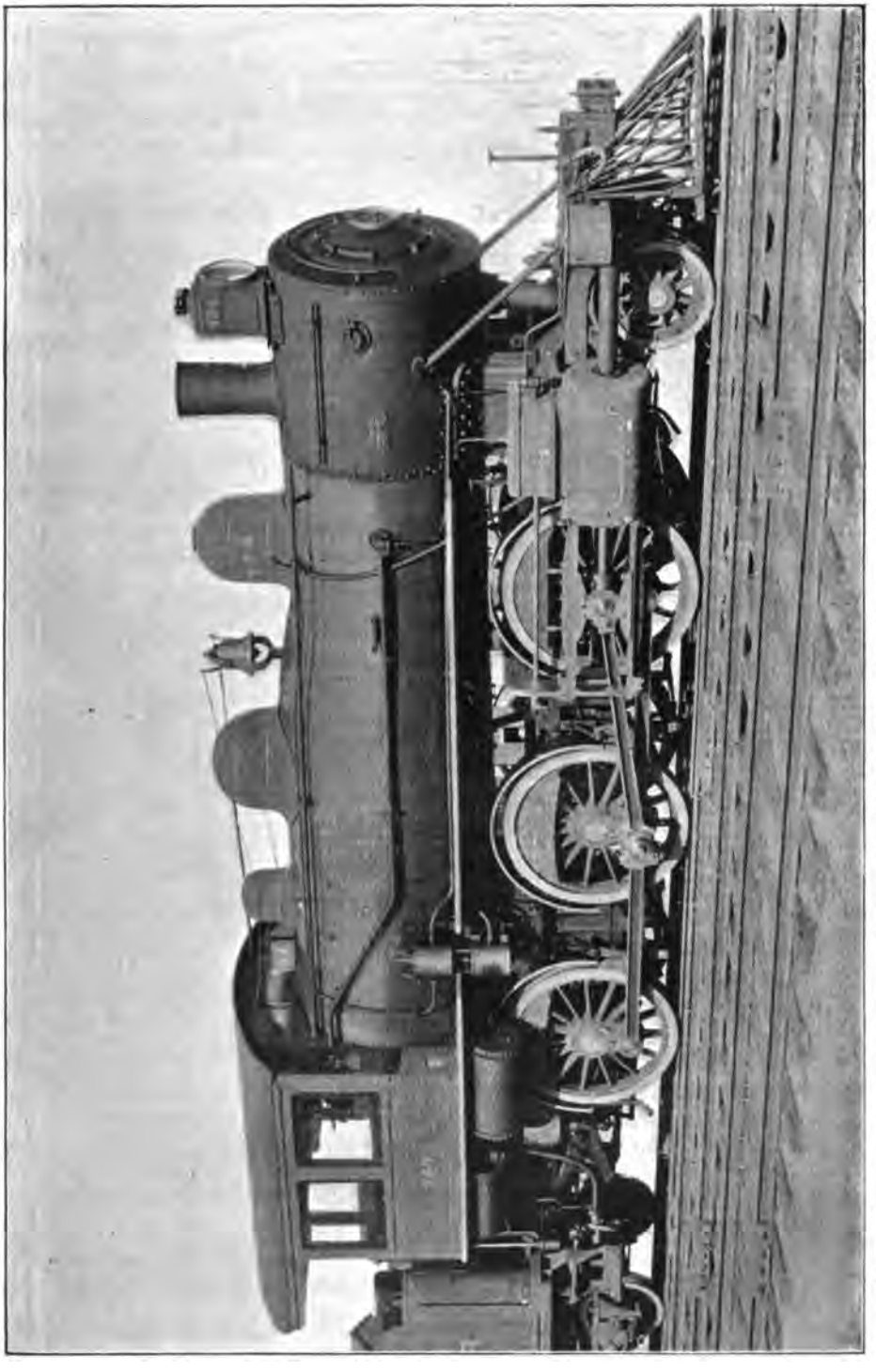


Fig. 228. — Locomotive à marchandises, du type *Mogul*, du *New-York New Haven and Hartford Railroad* (Schenectady Locomotive Works).

un lot de machines Mogul très puissantes (fig. 227), montées sur des roues

de 1,575 m. possédant des cylindres dont le diamètre est de 0,558 m. et la course de 0,710 m.

La chaudière est très puissante ; l'axe du corps cylindrique est placé à 2,60 m. du plan supérieur des rails. Le diamètre du corps cylindrique est de 1,83 m. La longueur intérieure du foyer est de 3,36 m., ce qui porte la surface de grille à 3,60 m².

Le poids en ordre de marche est de 61,20 t. dont 55,50 t. sur les roues accouplées, soit une moyenne de 18,5 t. par essieu. Le tender, à trois essieux, pèse 40,8 t. en charge.

Les très puissantes locomotives construites en 1896 par les Schenectady Locomotive Works pour le *New-York New Haven and Hartford RR.* sont représentées figure 228, d'après une photographie que nous devons à l'obligeance des constructeurs.

Ce sont d'intéressantes machines, représentant la pratique américaine la plus récente; nous donnons, au cours de cet ouvrage plusieurs détails de construction leur appartenant.

La chaudière, de volume très considérable, est placée assez haut pour que le cadre du foyer soit situé au-dessus des longerons. La boîte à feu est à wagon-top, mais la virole de raccord avec le corps cylindrique se trouve placée vers le milieu de ce dernier. Bien que cette machine soit destinée à brûler des houilles demi-grasses, la longueur intérieure du foyer est de 2,746 m.

Le mécanisme est disposé suivant le type classique américain, mais les organes en ont été étudiés avec soin surtout en vue de diminuer leur poids. On a fait un large emploi de l'acier moulé (roues, crosses, etc.). Les pistons ont des contre-tiges ; les bielles motrices et d'accouplement sont évidées.

Les conditions principales d'établissement ont les suivantes :

Surface de grille	2,80	m²
— de chauffe totale	196,00	—
Timbre	13,36	kg.
Diamètre minimum du corps cylindrique	1,575	m.
Nombre de tubes	312	
Longueur des tubes entre plaques	3,658	m.
Diamètre des cylindres	0,508	—
Course des pistons	0,711	—
Diamètre des roues accouplées	1,600	—
— — du truck	0,838	—
Poids total en service	65,41	t.

Cette locomotive est accompagnée d'un tender à bogies muni d'une écoppe pour prise d'eau en route d'une contenance de 18 m³.

Le *Pennsylvania RR.* a mis en service, en 1895 et 1896, de nouvelles locomotives du type Mogul étudiées en vue de remorquer des trains de cin-

quante grands wagons à bogies à la vitesse moyenne de marche de 55 km. à l'heure. Les locomotives à huit roues accouplées généralement usitées par cette Compagnie n'avaient pas des chaudières assez puissantes pour assurer un tel service et surtout ne pouvaient, sans donner lieu à une usure et à des frais d'entretien considérables, dépasser en service des vitesses moyennes de marche de 30 km. Quatre de ces locomotives pour essais comparatifs sont du système compound, chacune d'elles se trouvant munie d'une valve de démarrage différente (*Pittsburgh*, *Richmond*, *Von Borries*, *Gölsdorf*). Les chaudières des machines à cylindres égaux sont timbrées à 13 kg., celles des compound à 14,40 kg.

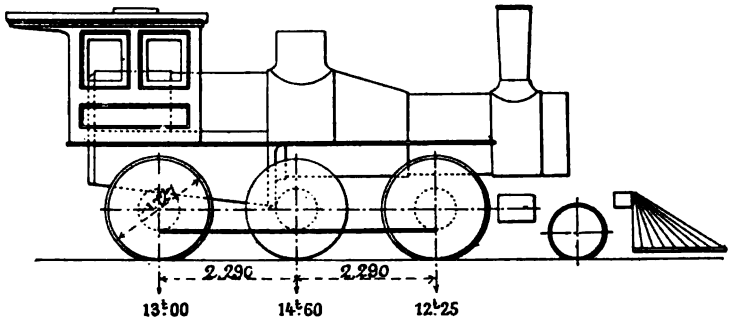


Fig. 229. — Locomotive du type *Mogul*, pour trains de voyageurs, du *Lake Erie and Western Railroad*.

La chaudière est à peu près identique à celle de la machine express,

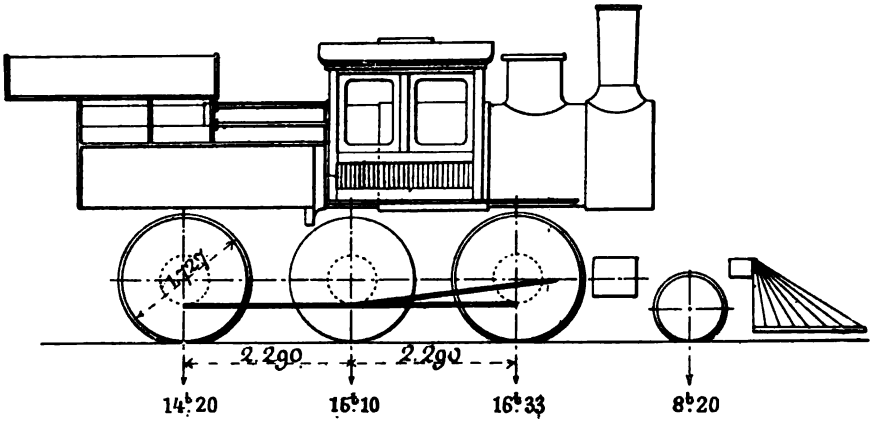


Fig. 230. — Locomotive Mogul à grande vitesse du *Lake Erie and Western Railroad*.

classe L, décrite plus haut, mais le foyer est un peu moins long tandis que le diamètre du corps cylindrique est au contraire plus grand. Le foyer est du type Belpaire, il mesure 2,995 m. de longueur extérieure. Le corps cylindrique est composé de deux viroles, l'une cylindrique, placée à l'arrière et portant le dôme à un diamètre intérieur de 1,727 m.; l'autre, conique, présente sur l'avant, à la boîte à fumée, un diamètre extérieur de 1,575 m.

Les trois essieux accouplés sont également espacés, leur écartement est

de 3,21 m. Le diamètre des roues motrices est de 1,575 m., celui des roues porteuses de 0,838 m.

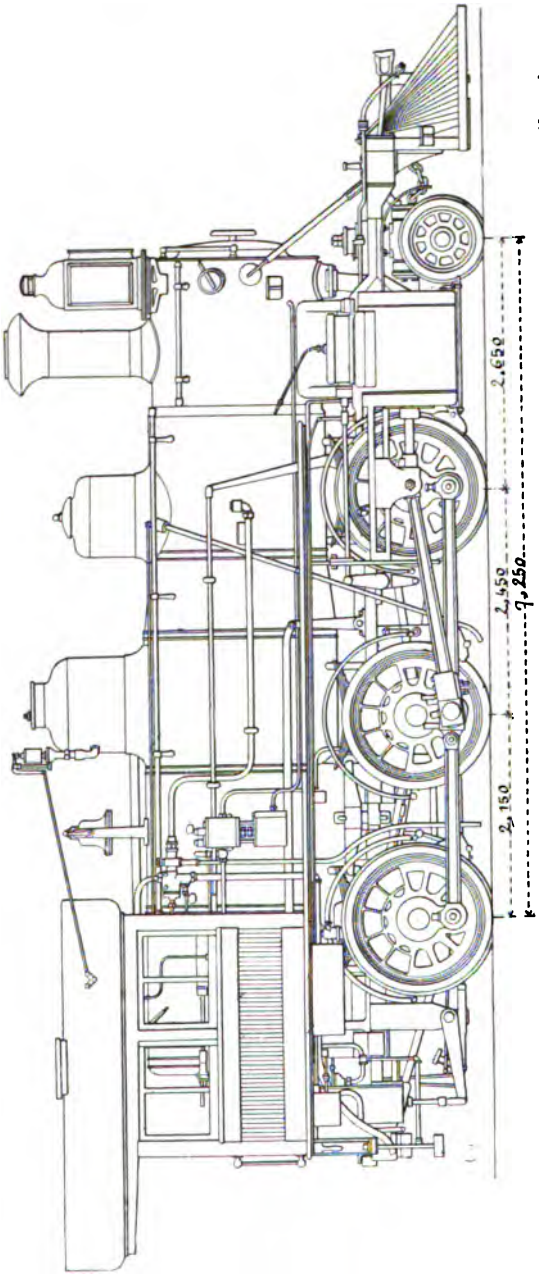


Fig. 231. — Locomotive compound à marchandises, type Mogul, du *Columbus, Hocking Valley and Toledo Railroad.*

Les cylindres ont 0,508 m. de diamètre et la course des pistons est de 0,711 m.

La surface de chauffe directe est de 13,96 m², la surface totale de 174,28 m² ; la surface de grille atteint 2,79 m².

Le poids total en ordre de marche est de 62,9 t. dont 60 t. sur les essieux accouplés, à raison de 20 t. en moyenne par essieu.

Quelques Compagnies possèdent des machines Mogul à grande vitesse, par exemple l'*Érie RR.* qui en compte deux types à son effectif; montés sur des roues de 1,727 m. (fig. 229 et 230), l'un possédant un vaste foyer de 3,20 m. de longueur, destiné à la combustion de houilles bitumineuses, l'autre un foyer Wootten pour anthracite. Dans ce dernier modèle, la surface de grille atteint 5,15 m² et la surface de chauffe 157,30 m². Les cylindres ont 0,508 m. × 0,610 m. Le poids total est de 53,83 t., dont 45,63 t. sur les essieux accouplés.

On trouvera figure 231 un bon type de machine Mogul.

Locomotives à bogie. — Ce type de machine dit *Ten Wheeler*, qui commence à se répandre en Europe, est essentiellement américain. On le retrouve sur tous les réseaux avec de légères modifications de détail ou de proportions, provenant surtout de son appropriation à l'emploi de combustibles différents. Certaines de ces locomotives, appelées au service des

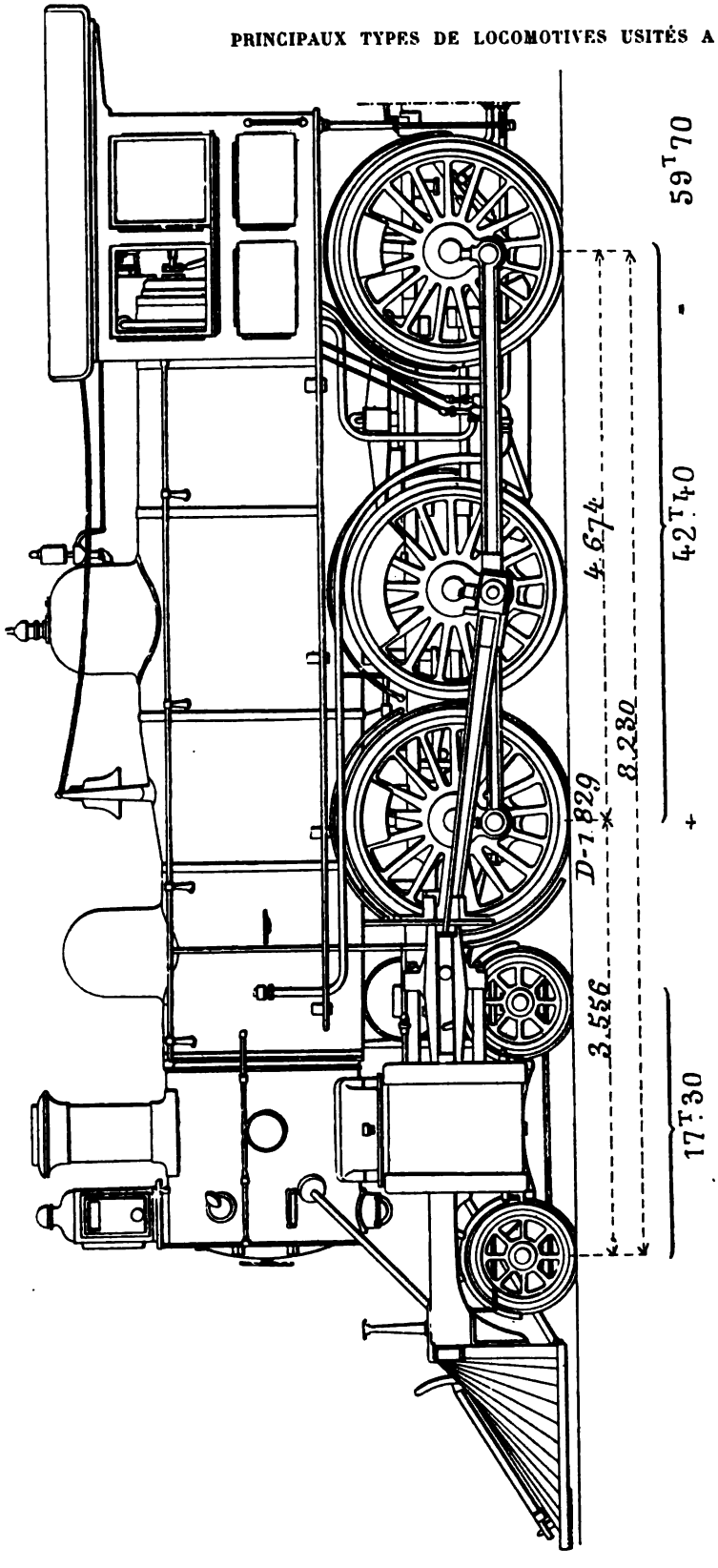


Fig. 232. — Locomotive compound américaine à grande vitesse, à six roues accouplées ; type à foyer profond (*Baldwin Locomotive Works*).

trains express, ont des roues motrices de grand diamètre, jusqu'à 1,90 m., mais, ordinairement, ce diamètre n'excède pas 1,75 m. Ces machines ne diffèrent en somme des locomotives express à quatre roues accouplées que par la disposition des essieux et souvent par le plus grand volume de la chaudière. Destinées au service des marchandises, ces locomotives peuvent être montées sur des roues de même diamètre que les Moguls, soit de 1,42 m. à 1,55 m.

Nous donnerons quelques exemples typiques de cette classe de locomotives.

On trouvera figure 232 une vue extérieure d'une machine construite par les ateliers Baldwin et dans laquelle le foyer, destiné à brûler des char-

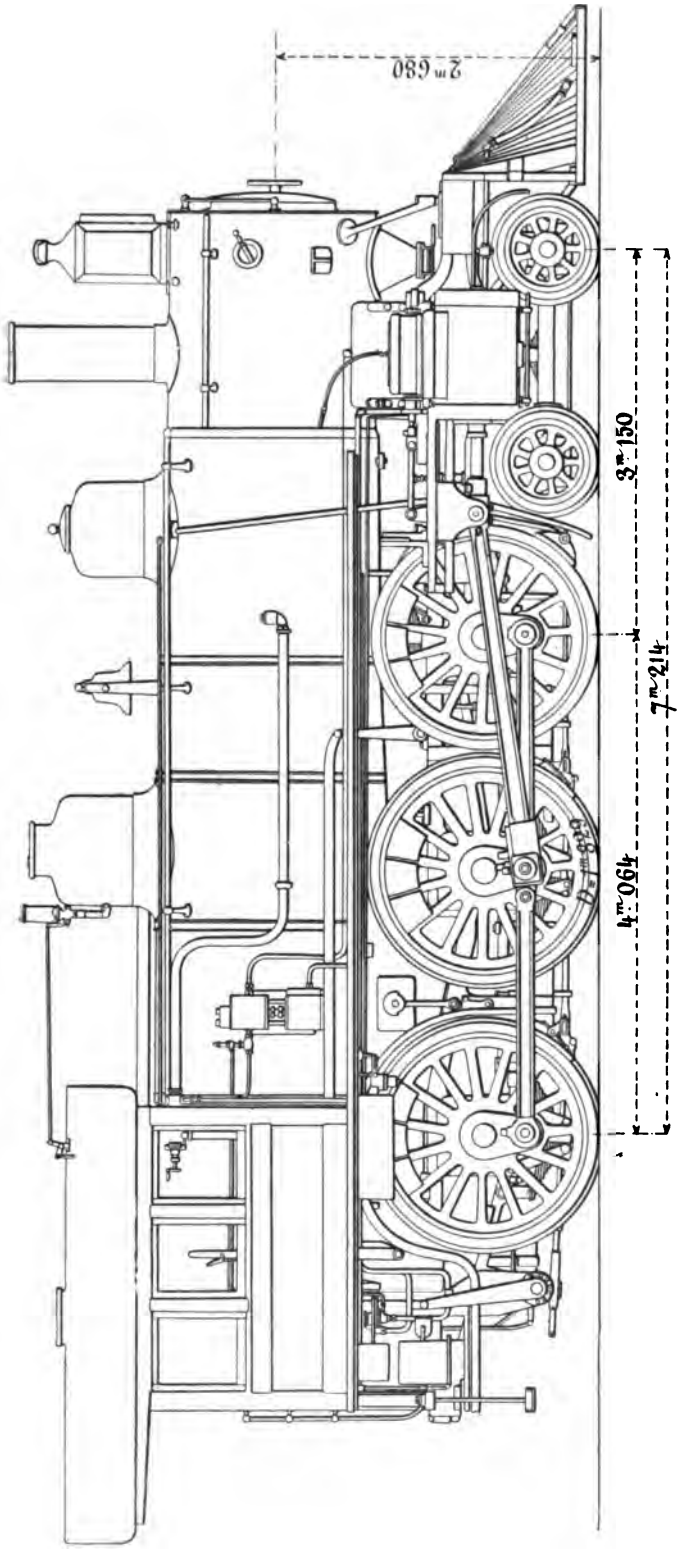


Fig. 233. — Locomotive pour trains rapides et lourds du *Terre Haute and Indianapolis Railroad.*

bons demi-gras, descend entre les deux essieux arrière.

La chaudière comporte une boîte à feu à wagon-top ; le corps cylindrique a 1,492 m. de diamètre intérieur à la petite role, et il renferme 236 tubes dont la longueur entre plaques est de 4,115 m. Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 1,74 m² et de 169,47 m².

Le ciel du foyer est consolidé par des tirants, comme dans la plupart des machines qui sortent des ateliers Baldwin.

Le timbre est de 12,70 kg.

On a appliqué à cette machine le mode compound, suivant le système Vauclain.

Les cylindres de haute pression, d'un diamètre de 0,356 m., sont placés au-dessus des cylindres à basse pression, dont le diamètre est de 0,610 m. La course commune des pistons est de 0,610 m. La distribution est du type Stephenson avec re-

levage par un levier. Les roues motrices ont 1,829 m. de diamètre, et les roues du truck 0,845 m. Les fusées motrice sont 0,203 m. × 0,254 m.

Le poids total de la machine, en ordre de marche, est de 60 t. en chiffres ronds, dont 42,40 t. sur les roues accouplées.

L'empattement fixe est de 4,673 m. Les roues intermédiaires sont dépourvues de boudins pour faciliter le passage en courbes.

Cette machine est accompagnée d'un tender à deux bogies, présentant un empattement total de 4,926 m., et dont la capacité des caisses à eau est de 16 m³. Le poids total en charge du tender est d'environ 39 t.

La locomotive représentée figure 233 construite par les ateliers de Pittsburgh pour le *Terre Haute and Indianapolis RR.* peut être considérée comme représentant fidèlement le type de machine à grande vitesse à six roues accouplées usité en Amérique.

Cette machine est très puissante, sa surface de grille atteignant près de 3 m² et sa surface de chauffe dépassant 200 m²; elle est remarquablement bien proportionnée et très élégante malgré ses grandes dimensions dont on n'a conscience que par comparaison ; son poids total en charge est d'environ 63 t. Sa construction n'offre rien de particulier qui mérite d'être noté. Ses dimensions principales sont relatées ci-après :

Surface de grille	2,97	m²
— de chauffe des tubes	195,60	—
— — directe du foyer	12,12	—
— — totale	207,72	—
Diamètre minimum intérieur du corps cylindrique	1,626	m.
Diamètre de la grande virole	1,778	—
Nombre de tubes	300	
Longueur utile des tubes	4,013	m.
Diamètre des cylindres	0,508	—
Course des pistons	0,660	—
Longueur des bielles motrices	2,910	—
Diamètre des roues motrices	1,829	—
Diamètre des fusées motrices	0,203	—
Longueur — —	0,254	—
Empattement fixe	4,064	—
— total	7,214	—
Longueur totale, machine et tender	18,710	—
Poids total en ordre de marche	62,60	t.
— adhérent — —	49,20	—
Poids du tender en charge	34,45	—
Contenance des caisses à eau	18,10	m³

Les locomotives de ce type ont remorqué à la vitesse moyenne de 65 km. à l'heure, en palier, une charge de 513 t. ; une charge de 363 t. en rampe de 3 mm, de 272 t. en rampe de 5 mm., et de 163 t. en rampe de 8 mm.

A une vitesse environ moitié moindre, cette machine remorque 350 t. en

rampe de 12 mm, 5 ; 300 t. en rampe de 15 mm. ; 250 t. en rampe de 18 mm., et 160 t. en rampe de 25 mm.

La machine de la figure 234, construite par les ateliers de Cooke ressemble beaucoup à la précédente mais les roues n'ont que 1,600 m. de diamètre. La chaudière est timbrée à 12,65 kil. Le corps cylindrique a un diamètre minimum intérieur de 1,524 m. et renferme 268 tubes de 51 mm. La longueur intérieure du foyer est de 2,438 m., ce qui porte la surface de grille à 2,70 m². Les cylindres ont un diamètre de 0,508 m. et les pistons une course de 0,660 m. Le poids en charge est de 62,50 t. dont 47,32 t. sur les essieux accouplés.

Un autre exemple typique nous est fourni par les belles machines consacrées depuis déjà plusieurs années au service des trains express sur

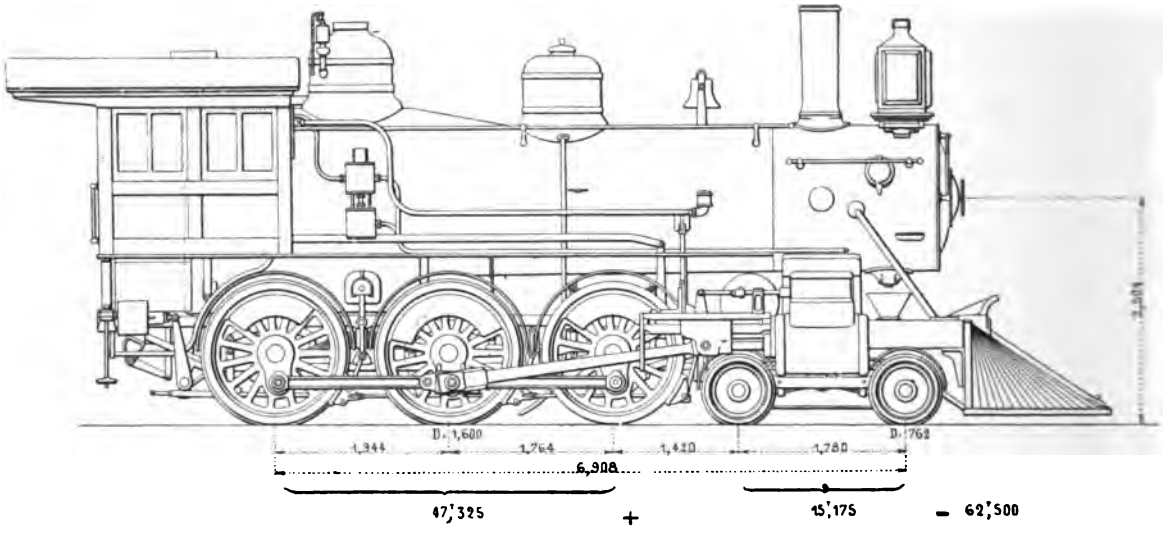


Fig. 234. — Locomotive pour trains lourds de voyageurs du *Southern Pacific Railroad* (Cooke).

les lignes du *Michigan Central* (fig. 235), montées sur des roues de 1,720 m. et qui pèsent 57 t. en ordre de marche, dont 43,65 t. de poids adhérent. Quelques-unes d'entre elles sont du type compound à deux cylindres.

Les ateliers de Baldwin ont livré en 1896 à la Compagnie du *Baltimore and Ohio* de puissantes locomotives à six roues accouplées pour le service des trains lourds et rapides, dont on trouvera un schéma figure 236, et qui appartiennent à deux séries montées l'une sur roues de 1,727 m., l'autre sur roues de 1,981 m. La chaudière est la même dans les deux types, mais les cylindres ont 0,533 m. de diamètre dans les premières et 0,508 dans le second, avec une course commune de 0,660 m.

La chaudière, timbrée à 13,36 kg., est du type à wagon-top avec foyer passant au-dessus de l'essieu arrière. La longueur extérieure de la boîte à feu est

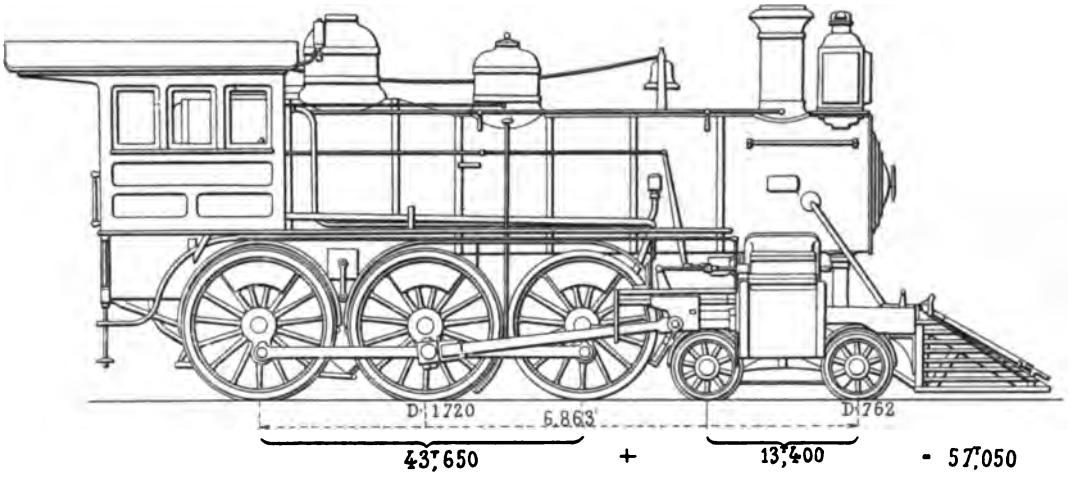


Fig. 235. — Locomotive à grande vitesse, à six roues accouplées et à bogie du *Michigan Central Railroad* (Schenectady).

de 3,24 m. ; les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 3,27 m² et de 204 m².

Le poids en charge de ces puissantes locomotives est de 68 t. environ.

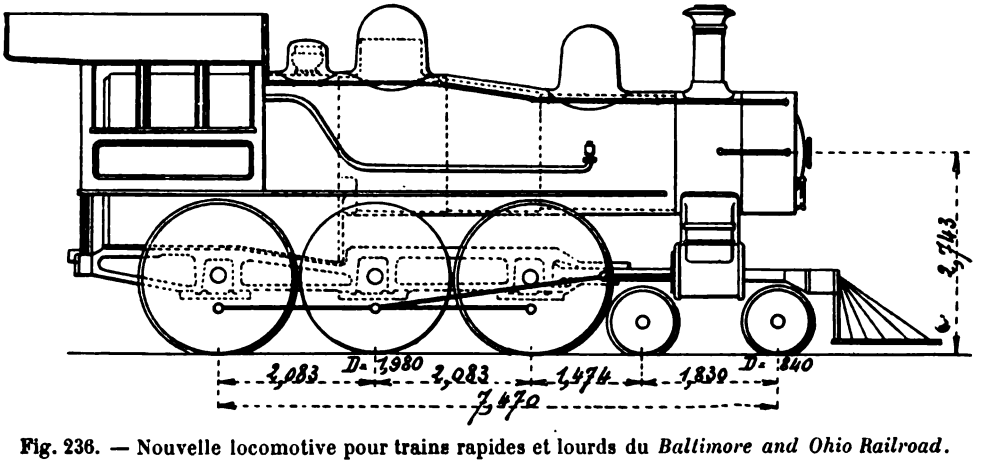


Fig. 236. — Nouvelle locomotive pour trains rapides et lourds du *Baltimore and Ohio Railroad*.

Les ateliers de Rhode-Island ont construit, en 1892, pour le *Chicago-Milwaukee and Saint-Paul* des locomotives à six roues accouplées et à bogie (fig. 237) ayant un essieu porteur à l'arrière et qui pèsent 65 t. en ordre de marche.

La figure 238 donne la disposition d'ensemble des machines à voyageurs du *Canadian Pacific RR.*

Comme exemple des locomotives à marchandises de cette classe, nous cite-

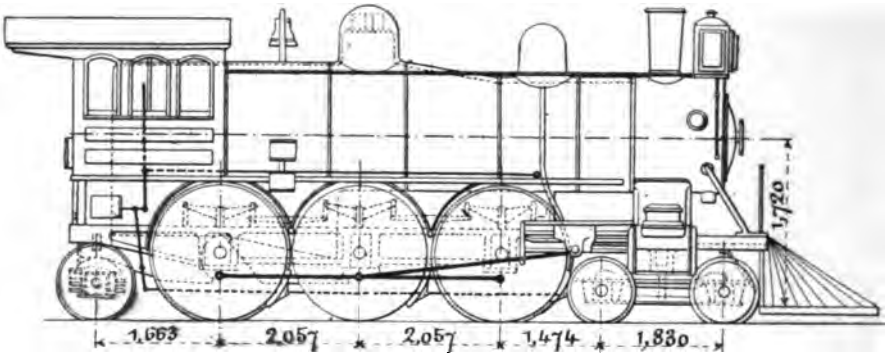


Fig. 237. — Locomotive à grande vitesse, à six essieux, du *Chicago, Milwaukee and St-Paul RR*.

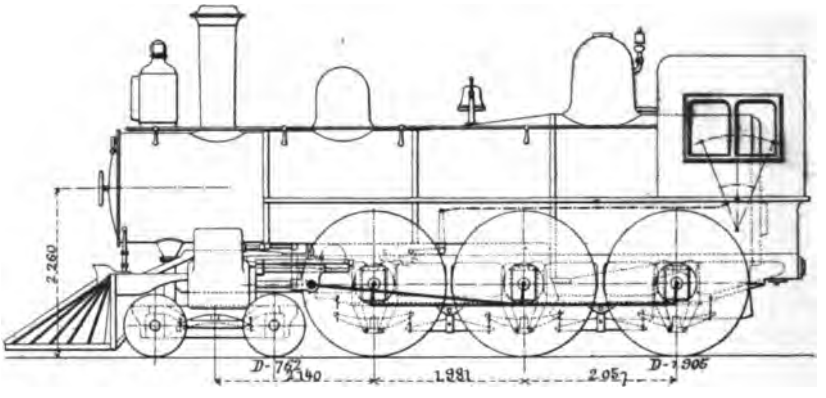


Fig. 238. — Locomotive pour trains rapides et lourds du *Canadian Pacific Railway*.

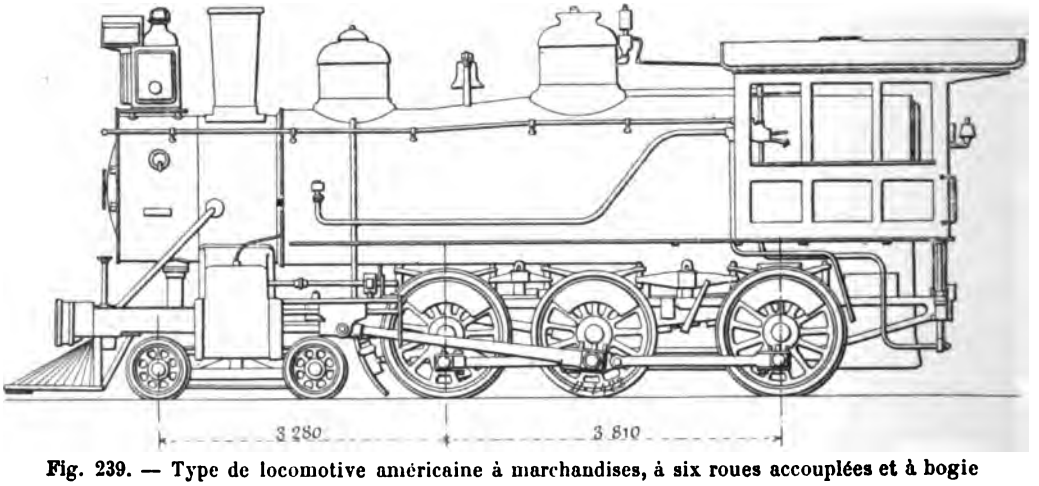


Fig. 239. — Type de locomotive américaine à marchandises, à six roues accouplées et à bogie ou *ten-wheeler* (*Baldwin*).

rons les machines représentées figure 239 et construites par Baldwin, pour le *Baltimore and Ohio South Western*.

On trouvera figure 240 le schéma d'une machine construite par les Schenectady Locomotive Works pour l'*Adirondack and St-Lawrence Ry*. Le cadre du foyer horizontal passe au-dessus des longerons. La boîte à feu est du type à wagon-top et surmonté du dôme de prise de vapeur. Le diamètre intérieur minimum du corps cylindrique est de 1,422 m. ; les tubes sont au nombre de 240. Surface de chauffe totale : 151 m³ ; de grille : 2,38 m².

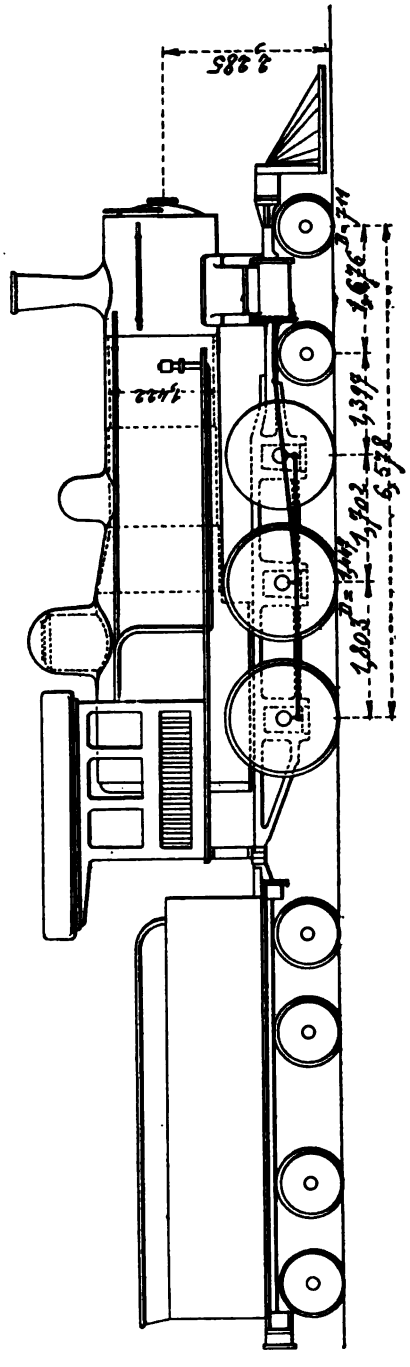


Fig. 240. — Locomotive à marchandises de l'*Adirondack and St-Lawrence Railroad* (Schenectady).

Les roues motrices ont un diamètre de 1,447 m. ; les roues accouplées avant n'ont pas de boudins, ce qui, grâce à la présence du bogie, permet à cette machine, malgré son empattement total de 6,60 m., de passer facilement dans des courbes de 100 m. de rayon.

Le poids total de la machine et du tender s'élève en ordre de marche à environ 92 t.

Les locomotives construites par Baldwin pour le *Baltimore and Ohio South-Western* (fig. 241) présentent une surface de chauffe de 186 m², dont 17 m. de surface directe. Le corps cylindrique, du diamètre moyen de 1,575 m., renferme 223 tubes de 57 mm. de diamètre.

Les cylindres ont 0,508 m. de diamètre et 0,610 m. de course. Le diamètre des roues motrices est de 1,422 m. et celui des roues porteuses de 0,660 m.

L'empattement rigide est de 3,810 m. seulement.

Foyer à wagon-top, armaturé par des tirants, profond et disposé pour brûler des houilles bitumineuses.

Le poids de cette machine en ordre de marche est de 57,60 t., dont environ 46 t. sur les essieux accouplés.

Machines à adhérence totale. — Les seules locomotives à six roues accouplées à adhérence totale que l'on rencontre aux États-Unis sont des machines de gare (*switching engines*), chargées parfois de services suburbains de marchandises et de la manutention de trains de poids normal sur quelques

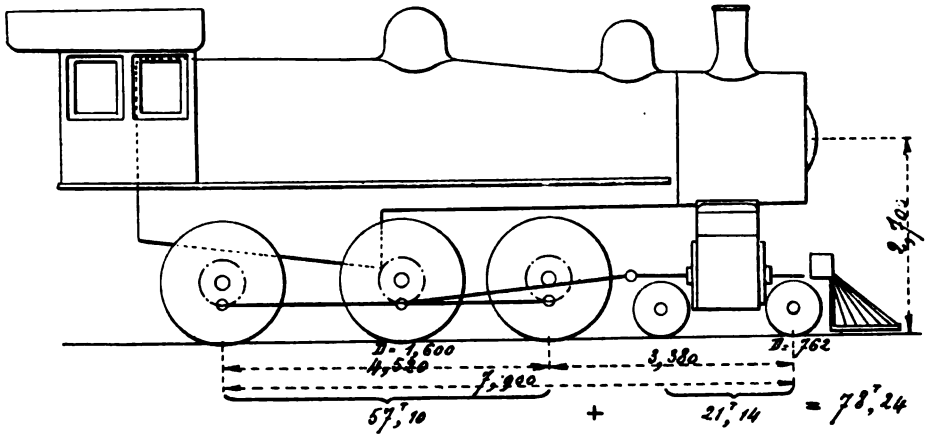


Fig. 241. — Locomotive compound à marchandises, type *ten-wheeler* du *Northern Pacific Railroad* (Schenectady).

lignes de raccord ou de ceinture. Il en existe d'assez puissantes. Ces locomotives ne sont presque jamais du type tender, elles comportent un tender séparé, d'un type spécial à bogies, dans lequel les caisses à eau sont échan-

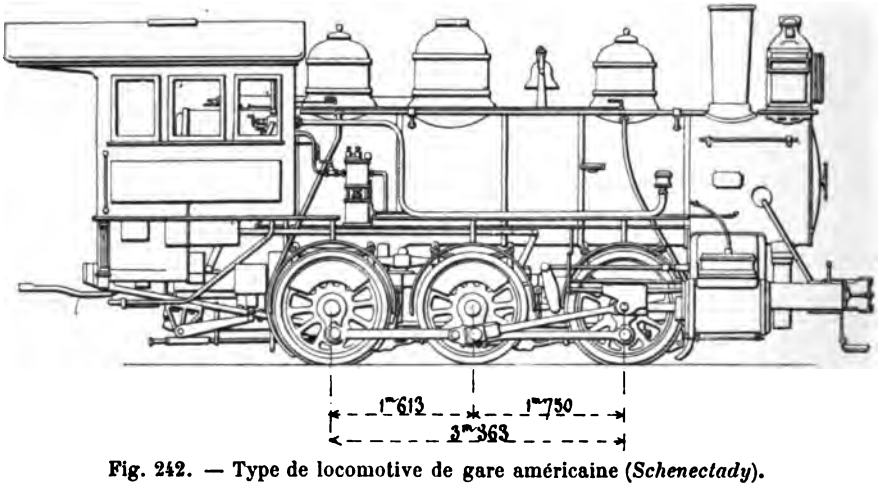


Fig. 242. — Type de locomotive de gare américaine (*Schenectady*).

crées vers l'arrière pour ne pas gêner la visibilité du mécanicien au cours des manœuvres. Le foyer n'est presque jamais entièrement en porte à faux, mais l'avant de la machine ne reposant pas, comme dans les autres types américains, sur une paire de roues porteuses placées à l'extrême avant, la répartition nécessite que ce foyer soit placé au moins au-dessus de l'essieu arrière.

Comme exemple de ce type de locomotive, nous citerons une machine construite par les Schenectady Locomotive Works (fig. 242) et qui peut être considérée comme typique.

Elle est plus puissante que la plupart des locomotives usitées en Europe pour un service analogue ; il est vrai que les charges sont plus considérables aux États-Unis et que les machines de la classe dont nous nous occupons font souvent la traction de trains de marchandises à faible parcours.

La chaudière, en acier, est à foyer Crampton. Le corps cylindrique est composé de trois viroles télescopées, assemblées à recouvrement, avec couvre-joints pour les clouures longitudinales. Le dôme est situé sur la virole arrière.

Le foyer, entièrement en acier et destiné à brûler des charbons bitumineux, est assez profond ; la grille, à secousses, est horizontale. Le ciel, incliné vers l'arrière, est armé par des fermes transversales en fer forgé à doubles flasques, reliées au berceau par des tirants articulés. La boîte à feu est rétrécie transversalement à sa partie inférieure, pour se loger entre les longerons qui sont fort épais.

La bielle motrice actionne l'essieu milieu. Glissières doubles placées au-dessus des tiges de piston ; têtes de bielles motrices à chapes, têtes de bielles d'accouplement à bagues sans rattrapage de jeu ; distribution du type américain avec excentriques intérieurs et arbre de renvoi ; relevage au moyen d'un levier.

Les roues sont en fonte avec bandages rapportés. La suspension est effectuée au moyen de ressorts placés au-dessus des boîtes ; les deux ressorts arrière, de chaque côté, sont conjugués par des balanciers longitudinaux. Dans cette machine, comme dans toutes les machines de gare, en Amérique, le chasse-bœufs est remplacé, à l'avant, par une palette transversale en bois sur laquelle s'assied le personnel nécessaire aux manœuvres : aiguilleurs, serre-freins, etc., quand ils ont à se déplacer.

Sur le corps cylindrique on a placé deux sablières séparées, correspondant aux deux paires de roues extrêmes et servant, l'une pour la marche en avant, l'autre pour la marche arrière.

Cette machine est munie du frein Westinghouse américain agissant sur les six roues accouplées. Elle est accompagnée par un tender à bogie présentant un très faible empattement fixe. La caisse à eau est échancrée à la partie postérieure pour permettre au mécanicien de voir l'attelage.

Surface de grille	2,10 m²
— de chauffe	118,80 —
Timbre	10,56 kg.
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1,422 m.
Diamètre des cylindres	0,460 —
Course des pistons	0,610 —

Diamètre des roues	1,300	—
Empattement	3,363	—
Poids en ordre de marche	44,90	t.
Poids du tender en charge	26,00	—

On rencontre aux Etats-Unis, où les machines de gare ont parfois à manutentionner avec une rapidité inconnue chez nous, des rames de trains pesant au delà de 1 000 t., des locomotives de ce type qui ont plus de 2,00 m² de grille et pèsent jusqu'à 53 t.

LOCOMOTIVES A HUIT ROUES ACCOUPLÉES

63. Les locomotives à huit roues accouplées sont surtout employées aux Etats-Unis sur les lignes à profil accidenté. Seules, la Compagnie du *Pennsylvania RR* et quelques autres moins importantes et très peu nombreuses, les utilisent en service courant sur la grande ligne.

Nous parlions plus haut de l'accélération que subissait depuis quelques années aux Etats-Unis le trafic des marchandises de certaines catégories. Non moins remarquable à certains points de vue est l'augmentation continuelle du poids des trains d'autres catégories de marchandises, particulièrement des trains de houille et de minerais, augmentation de tonnage ayant pour but de réaliser des économies dans les frais de traction. De là l'accroissement considérable de puissance qu'ont subi dans ces derniers temps les locomotives appelées à effectuer ces services. Notons en outre que les Américains, qui n'ont pas toujours d'excellent combustible et qui tiennent à avoir des machines d'une conduite facile, développent de plus en plus la puissance des chaudières relativement au volume des cylindres et au poids adhérent. Ne pouvant dépasser les charges d'essieu actuelles, surtout pour un genre de machines plus particulièrement destiné aux lignes secondaires, désireux, en outre, d'obtenir des machines d'une grande souplesse capables de s'inscrire dans des courbes de petit rayon, ils s'écartent de plus en plus, pour les machines à marchandises, du type européen à adhérence totale. C'est ainsi que le type à huit roues accouplées et à bogie, succédant au type Consolidation, se répand davantage.

Les locomotives à huit roues accouplées usitées aux Etats-Unis ne sont jamais à adhérence totale. Elles comportent toujours au moins un bissel à essieu unique placé à l'avant des cylindres (machines du type *Consolidation*) et parfois, dans les machines récentes un bogie à deux essieux (*twelve wheelers*). Ce sont pour la plupart de très puissantes locomotives dont nous donnerons quelques exemples intéressants.

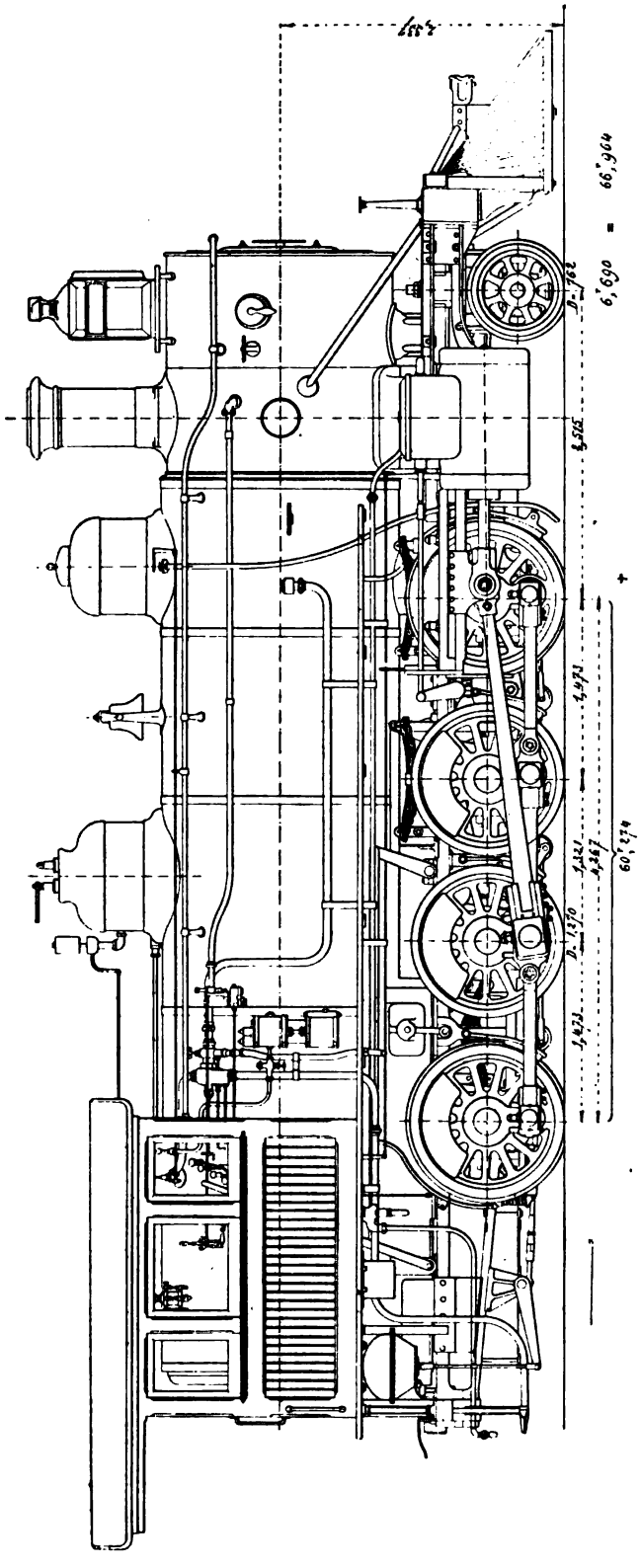


Fig. 243. — Locomotive du type Consolidation du *Northern Pacific Railroad* (Baldwin).

Machines Consolidation. — La figure 243 représente une machine Consolidation, du type classique, construite il y a quelques années par Baldwin pour le *Northern Pacific*. Les surfaces de chauffe et de grille sont respectivement de 190 m² et de 3,20 m². Le diamètre et la course des pistons sont de 0,540 m. et de 0,600 m. Le diamètre des roues motrices est de 1,27 m. Le poids en charge atteint 66,96 t. dont 60,27 t. sur les roues accouplées.

Les nouvelles locomotives à marchandises du *Baltimore and Ohio*, construites en 1896 par Cooke, ont une chaudière très puissante placée à une grande hauteur (2,57 m. de l'axe du corps cylindrique au rail) ; le cadre du foyer se trouve au-dessus des longerons. La boîte à feu est du type à wagon-top, la virole conique de raccord se trouvant placée vers le milieu du corps cylindrique. Le dôme est à l'arrière, sur la première virole.

La surface de grille est de 3,52 m² ; la surface de chauffe totale de 218 m². Le corps cylindrique mesure 1,625 m. de diamètre

à l'intérieur de la petite virole ; il renferme 248 tubes de 51 mm. Le timbre est de 12,65 kg.

Les cylindres ont 0,559 m. de diamètre et les pistons 0,710 m. de course.

Les roues accouplées ont un diamètre de 1,372 m. ; les roues extrêmes comportent seules des boudins. Les roues du truck ont 0,750 m. de diamètre.

Les machines compound à deux cylindres des ateliers de Schenectady, destinées à brûler des houilles grasses, en service sur le *Mohawk and Malone RR* (fig. 244), ont les dimensions principales suivantes :

Surface de grille	2,88	m²
— de chauffe totale	190,10	—
Timbre	12,65	kg.
Diamètre intérieur minimum du corps cylindrique	1,575	m.
Diamètre des cylindres. H. P.	0,558	—
Diamètre des cylindres. B. P.	0,812	—
Course commune	0,660	—
Diamètre des roues accouplées	1,300	—
Poids total en ordre de marche	67,56	t.
— adhérent — —	57,85	—

On trouvera (fig. 245), en élévation longitudinale, une machine faisant partie d'un lot de dix locomotives livrées récemment par les ateliers de Rhode Island à la Compagnie du *New York, New Haven and Hartford*, et construite d'après les plans de M. J. Henney, Ingénieur en chef de cette ligne. Malgré le petit diamètre des roues, l'axe de la chaudière est placé à 2,48 m. au-dessus du niveau supérieur des rails, afin que le foyer puisse se loger entièrement au-dessus des longerons, ce qui permet de donner à la grille la largeur maximum compatible avec l'écartement intérieur des bandages.

Le corps cylindrique, dont le diamètre intérieur est de 1,83 m., renferme 301 tubes de 51 mm. de diamètre, dont la longueur entre plaques atteint 4,16 m. La boîte à feu est du type Crampton ; le ciel est armé par des entretoises. Le foyer a 2,89 m. de longueur et 1,07 m. de largeur intérieurement ; il est entièrement en acier, d'une épaisseur maximum de 9,5 mm. Le timbre est de 12,65 kg., l'épaisseur des tôles de la chaudière de 17,4 mm.

La surface de chauffe directe est de 16,91 m², et la surface totale de 196,30 m².

La grille, en fonte, est disposée horizontalement et présente une surface de 3,10 m². Le foyer comporte une voûte en briques.

Les cylindres, extérieurs et horizontaux, ont un diamètre de 0,533 m. et une course de 0,660 m. Les glissières sont doubles, et placées au-dessus des tiges ; les bielles, évidées, ont des têtes rondes, sauf les bielles motrices, qui ont les têtes américaines à chapes.

Toutes les roues sont en fonte, avec bandages en acier ; les roues

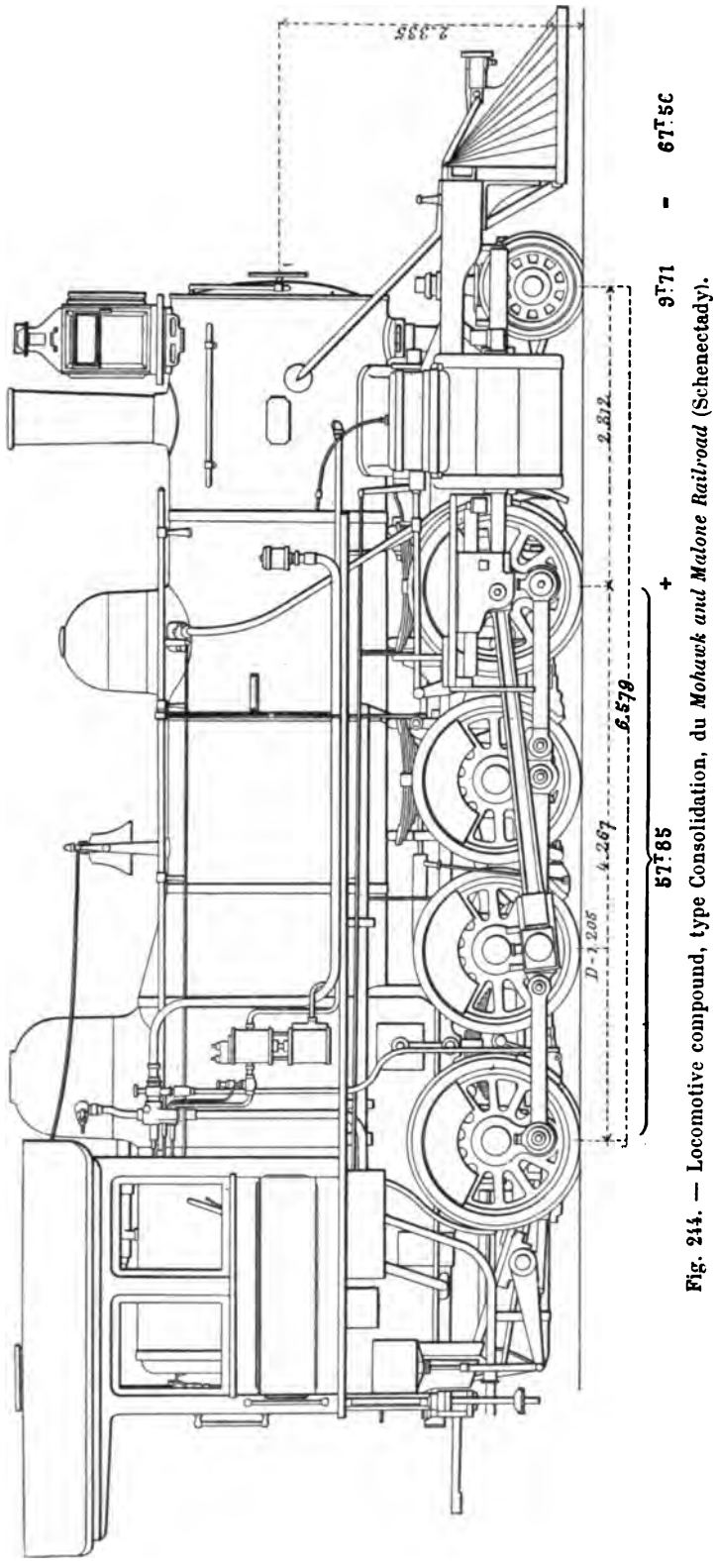


Fig. 244. — Locomotive compound, type Consolidation, du *Mohawk and Malone Railroad* (Schenectady).

accouplées ont un diamètre de 1,30 m., les roues porteuses, de 0,76 m.

Cette machine présente un poids adhérent de 65,3 t. et un poids total de 71,10 t. en charge. Elle est accompagnée par un tender du type américain, d'une contenance de 14 m³, et pesant 35 t. en ordre de marche.

Grâce à la présence d'un truck articulé à l'avant, à la suppression des boudins des deux paires de roues accouplées intermédiaires, et aux bogies du tender, cette locomotive, bien que présentant avec son tender un empattement total de 15,85 m., passe facilement dans des courbes d'un rayon de 100 m.

Ce type de locomotive remorque des trains de 1 000 t. sur une ligne à profil assez accidenté et présentant des courbes de très petit rayon.

Une des plus puissantes locomotives de ce type qui ait été construite aux Etats-

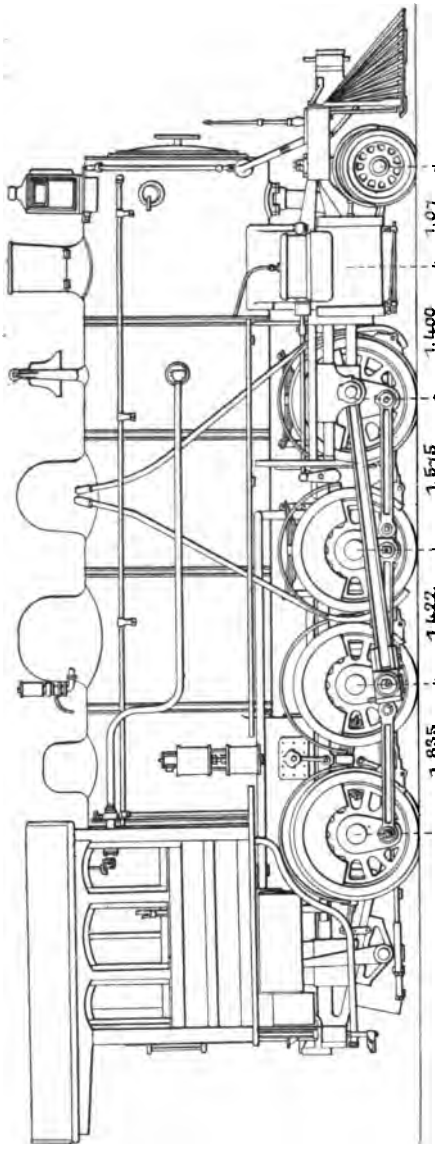


Fig. 245. — Locomotive à marchandises, type Consolidation, du *New-York New Haven and Hartford Railroad.*

Unis est en service sur le réseau de la *Compania Paulista* au Brésil, dont la voie a 1,60 m. de largeur. Ces machines, construites par Baldwin, pèsent 74,60 t. en ordre de marche ; la charge minimum sur les essieux accouplés est de 16,10 t.

Toutes les locomotives américaines du type Consolidation, munies de balanciers longitudinaux reliés entre eux et, à l'avant, à un balancier central qui charge le bissel, sont suspendues sur trois points.

Machines à bogie. — Ces locomotives sont en général plus puissantes que les précédentes. Elles résultent en réalité d'une transformation de celles-ci recevant une chaudière plus puissante permettant un accroissement sensible de vitesse avec des charges données.

On trouvera (fig. 246) la vue extérieure d'une locomotive à huit roues accouplées et à bogie construite par les ateliers Brooks pour le *Great Northern RR.* ; elle offre les conditions principales d'établissement consignées ci-après :

Surface de grille	2,935 m²
— de chauffe totale	206,89 —
Timbre	12,67 kg.
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1,727 m.
Nombre de tubes (de 57 mm.)	250
Longueur utile des tubes	4,216 m.
Diamètre des cylindres	0,508 —
Course des pistons	0,660 —
Diamètre des roues accouplées	1,397 —
Poids total en charge	70,75 t.
— adhérent —	61,70 —

La boîte à feu est du type Belpaire. Tous les organes de cette machine sont traités dans le style américain et ne nécessitent aucune description spéciale.

La figure 247 représente une des machines les plus puissantes et les plus remarquables à tous égards qui aient été construites aux États-Unis dans ces

Fig. 246. — Locomotive à huit roues accouplées et à bogie, construite par les ateliers Brooks pour le *Great Northern RR.*

dernières années. Elle provient des ateliers de Schenectady et appartient au *Duluth and Iron Range Railroad.*

La chaudière, très puissante, est placée à une grande hauteur, afin que le cadre du foyer puisse se loger au-dessus des longerons. La chaudière, timbrée à 12,65 kg., est entièrement en acier à l'exception des tubes, qui sont en fer au bois. Par une exception de plus en plus rare aux États-Unis, l'enveloppe de la boîte à feu est du type Crampton, ce qui contribue certainement à l'aspect élégant de cette machine. Le corps cylindrique est composé de trois viroles télescopées, dont deux très courtes; le dôme de prise de vapeur est placé sur la virole arrière. Les joints horizontaux des tôles sont à couvre-joints avec six rangées de rivets. Les joints verticaux, à recouvrement, sont à deux rangées de rivets.

Le foyer, en acier, très vaste et assez profond, est destiné à brûler des houilles demi-grasses. Il comporte une arche de briques soutenue par des tubes à eau réunissant la partie inférieure de la plaque tubulaire au ciel du foyer. Ce dernier est consolidé par des fermes transversales en fer forgé, à deux flasques.

La grille est à secousse et comporte un jette-feu.

La cheminée est cylindrique et de petit diamètre.

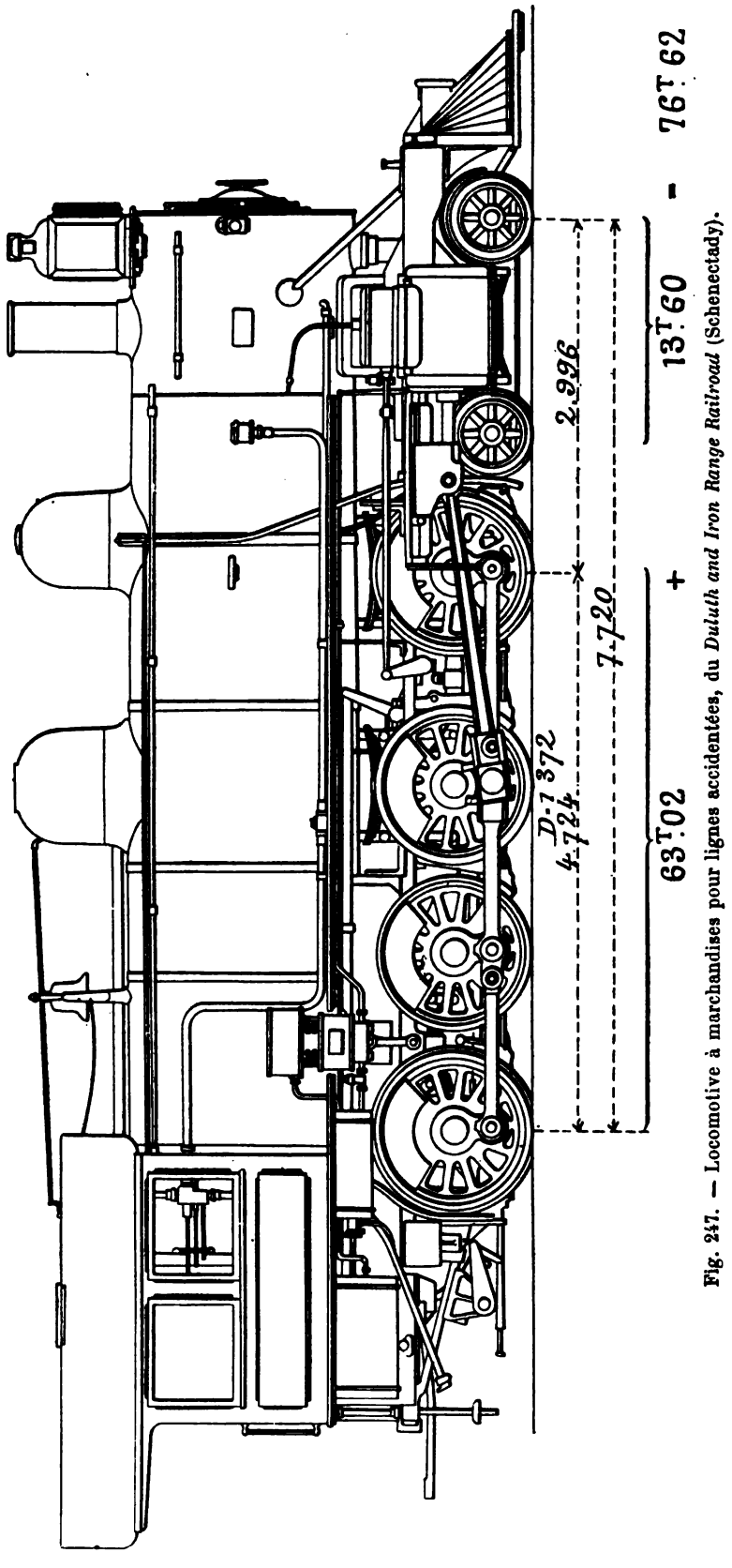


Fig. 247. — Locomotive à marchandises pour lignes accidentées, du *Duluth and Iron Range Railroad* (Schenectady).

Le mécanisme est disposé suivant la pratique américaine.

Les crosses de tiges de piston sont en acier moulé ; les bielles sont en fer forgé, cémenté et trempé. Les bielles motrices sont évidées.

Les roues sont en fonte au bois, avec bandages en acier Krupp. Les essieux sont en fer et les boîtes à huile en fonte, avec coussinets rapportés en métal Ajax.

Les soupapes de sûreté, du système Ashton, à charge directe, sont placées sur le dôme et dissimulées dans l'enveloppe de ce dernier.

Toutes les prises de vapeur auxiliaires se font sur une colonnette spéciale placée au-dessus du foyer.

L'alimentation est assurée au moyen de deux injecteurs Monitor n° 10.

L'abri, très vaste et très complet, est entièrement en bois de frêne.

Cette machine est munie du frein à air *New York Air Brake*, avec pompe *Duplex* placée sur le côté droit de la machine par le travers du foyer.

Les conditions principales d'établissement de cette machine sont les suivantes :

Surface de grille	3,20 m²
— de chauffe totale	222,40 —
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1,828 —
Timbre	12,00 kg.
Nombre des tubes	280
Diamètre —	57 mm.
Longueur utile des tubes	4,114 m.
Diamètre des cylindres	0,558 —
Course des pistons	0,660 —
Diamètre des roues accouplées	1,372 —
Empattement total	7,720 —
— fixe	4,724 —
Poids total en ordre de marche	76,62 t.
— adhérent — —	63,00 —
— du tender en charge	35,00 —
— total machine et tender en ordre de marche	111,63 —

Les ateliers de Schenectady ont construit en 1894 pour le *Southern Pacific RR.* des machines pour lignes accidentées qui sont plus puissantes que les précédentes auxquelles elles ressemblent beaucoup. Elles pèsent 78,50 t. en charge dont 66,50 t. sur les essieux accouplés. Elles circulent sur les lignes de montagne de la Californie, traversant la Sierra Nevada et les monts Tehachapi, lignes comportant des rails de 38 kg., avec traverses très rapprochées, mais dont presque tous les ouvrages d'art sont en bois. Elles remorquent des trains de 410 t., en rampe de 22 mm., à la vitesse de 19 km. à l'heure, et vaporisent, dans ces conditions, 6,1 kg. d'eau par kilogramme de charbon.

Ces machines fort imposantes par leur hauteur et le volume inusité de leur chaudière, sont d'un aspect très satisfaisant, grâce à leurs bonnes proportions et à la simplicité de leurs lignes. Les Américains ont fait, en ces dernières années, de grands progrès dans l'art de disposer les organes extérieurs de leurs locomotives ; ils ont renoncé aux moulures, aux contours compliqués d'autrefois, et certaines de leurs machines récentes sont des modèles de symétrie et de robuste élégance.

Les dimensions précédentes ont été dépassées pour les locomotives compound à deux cylindres du même type livrées par les ateliers de Schenectady au *Northern Pacific RR.* en 1896 et qui pèsent plus de 84 t. (fig. 248).

Le foyer est à wagon-top, sa longueur intérieure est de 3,05 m. ; le cadre passe au-dessus des longerons. La disposition générale du mécanisme et du

véhicule est identique à celle de la machine précédente. La chaudière est peut-être la plus puissante qui ait jamais été montée sur une locomotive.

Ces machines sont destinées à servir de renfort sur la section comprise entre Helena et Missoula comprenant une rampe de 22 mm. ayant 27 km. de longueur. Elles ont été étudiées en vue de développer une puissance moyenne

Fig. 248. — Locomotive compound à marchandises du *Northern Pacific Railroad* (Schenectady).

de 1 200 chev. indiqués pendant trois heures consécutives. L'effort de traction est d'environ 17 000 kg.

Les conditions principales d'établissement sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Longueur intérieure du foyer	3,05	m.
Surface de grille	3,25	m²
— de chauffe	273,40	—
Timbre minimum	14,00	kg.
Diamètre du corps cylindrique	1,829	m.
Nombre de tubes	332	
Longueur des tubes entre plaques	4,270	m.
Diamètre des cylindres. H. P.	0,584	—
Diamètre des cylindres. B. P.	0,863	—
Course des pistons	0,762	—
Diamètre des roues accouplées	1,397	—
Empattement total	8,030	—
Poids total en ordre de marche	84,50	t.
— adhérent — —	68,10	—

Ces machines sont accompagnées d'un tender à bogie d'une contenance de 16 t. et pesant 17 t. à vide.

Les locomotives dont nous venons de nous occuper ne sont peut-être pas à proprement parler des machines de rampe, mais elles sont tout au moins destinées à circuler sur des sections à profil très difficile. Les Américains ont récemment été conduits à créer des locomotives parfois plus puissantes

encore, dites *pushers* et qui sont destinées à servir de machines de renfort sur les sections de montagne, les trains de marchandises même les plus lourds n'ayant pas besoin d'être dédoublés. Elles ne diffèrent d'ailleurs pas matériellement des précédentes, qui sont parfois affectées au même service. Nous en donnerons comme exemple une énorme machine construite par les ateliers de Brooks en 1895 pour le *Saint Lawrence and Irondack RR.* et, avec quelques modifications de détail, au *Buffalo Rochester and Pittsburgh RR.*

Les quatre essieux accouplés sont aussi rapprochés que possible; les roues intermédiaires n'ont pas de boudins, l'avant est supporté par un bogie.

Le foyer est du type Belpaire à wagon-top.

Les dimensions principales sont comme suit :

Longueur de la grille	2,870 m.
Surface de grille	2,76 m²
Diamètre intérieur minimum du corps cylindrique	1,700 m.
Timbre	12,65 kg.
Nombre de tubes	324
Longueur des tubes entre plaques	3,660 m.
Diamètre des cylindres	0,527 —
Course des pistons	0,650 —
Diamètre des roues accouplées	1,370 —
Poids total en ordre de marche	78,75 t.
— adhérent — —	66,60 —
— du tender avec approvisionnement	40,50 —
— total machine et tender en charge	119,25 —

Ces locomotives sont destinées à servir de machines de renfort aux trains lourds, trains de houille, sur des rampes qui ne dépassent guère 11 mm. et sur lesquelles elles permettent de conserver une vitesse sensiblement égale à celle que l'on obtient en simple traction sur palier.

LOCOMOTIVES A DIX ROUES ACCOUPLÉES

64. On trouve aux États-Unis quelques types de locomotives à dix roues accouplées (type *Decapod*); les unes, comme celles du réseau de l'*Erie*, sont à tender séparé, d'autres comme celles du tunnel de *Saint-Clair*, sont du type tender. Ce sont essentiellement des machines de rampe.

La figure 249 représente en élévation les machines du *New York Lake Erie and Western RR.* construites par Baldwin et qui pèsent 88,45 t. en ordre de marche. Elles sont destinées à brûler de l'anthracite et sont munies d'un

énorme foyer Wootten. Ce sont des machines compound à quatre cylindres, du système Vauclain.

Leurs dimensions principales sont comme suit :

Longueur intérieure du foyer	3,342 m.
Largeur intérieure du foyer	2,492 m.
Surface de grille .	8,31 m²
— de chauffe totale	224,97 m²
Surface de chauffe directe.	21,76 m²
Timbre.	12,67 kg.
Diamètre intérieur du corps cylindrique	1,892 m.
Nombre de tubes (de 51 mm. de diamètre). . . .	354
Longueur utile des tubes.	3,664 m.
Diamètre des cylindres { H. P	2 × 0,408 m.
Diamètre des cylindres { B. P	2 × 0,586 —
Course commune.	0,711 m.
Diamètre des roues accouplées . . .	1,270 —
Poids total en ordre de marche . . .	88,45 t.
Poids adhérent en ordre de marche.	78,00 —
Poids total machine et tender. . . .	129,00 —

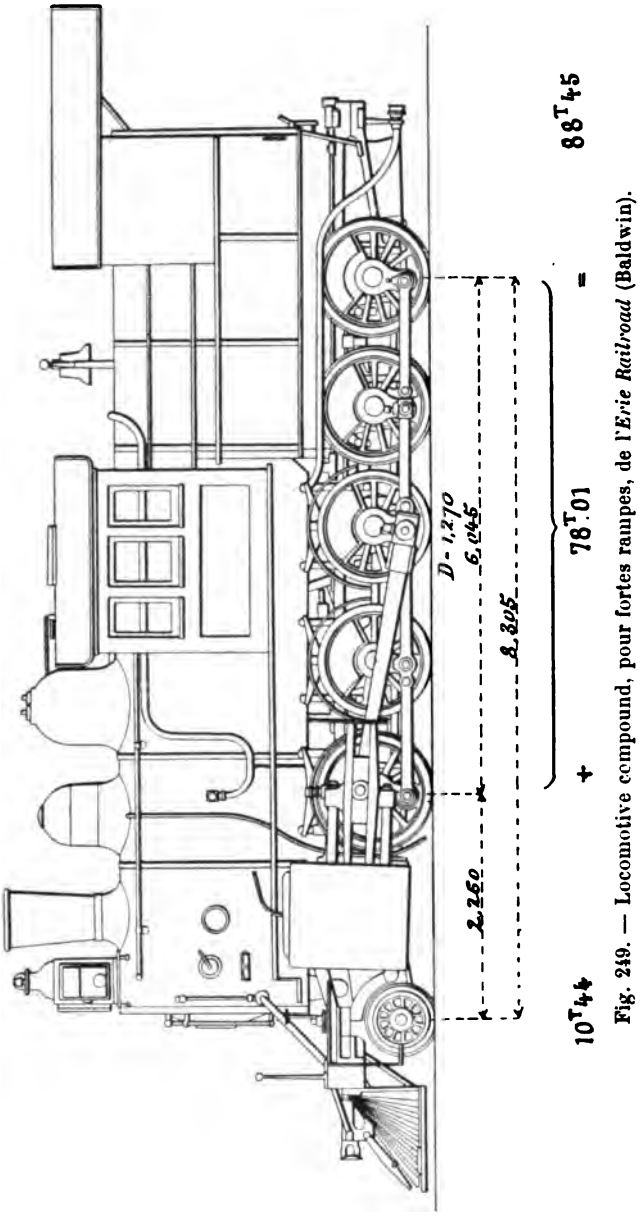


Fig. 249. — Locomotive compound, pour fortes rampes, de l'*Erie Railroad* (Baldwin).

Les quelques locomotives de très grande puissance dont nous venons de parler brièvement ne doivent pas être considérées comme offrant aujourd'hui, pour l'Amérique, des dimensions inusitées ou exceptionnelles; elles représentent une pratique véritablement courante, résultat de la tendance très marquée des exploitations à accroître constamment la charge des trains. La contenance des wagons américains a doublé depuis une vingtaine d'années et on n'a pas, en général, diminué le nombre des véhicules entrant dans la composition des trains. Les vitesses ont aussi subi un accroissement sensible même pour les trains de houille et de minerais. A la liste très courte des

locomotives que nous avons citée nous aurions pu ajouter beaucoup d'autres types intéressants et non moins puissants, par exemple les *Decapods* du *Burlington* qui pèsent près de 70 t., les locomotives de l'*Huron Bay* (73 t.), du *Mexican Central* (104 t.) et plusieurs autres.

LOCOMOTIVES TENDERS

65. On rencontre en Amérique quelques petites locomotives-tenders à *saddle-tank* surtout usitées dans les usines pour les manutentions. Quelques locomotives à caisses latérales y ont aussi été construites, mais presque toujours pour l'exportation particulièrement dans l'Amérique du Sud. D'autre part, toutes les machines de gare sont à tender séparé.

On peut dire que, d'une manière presque absolue, les locomotives-tenders américaines sont du type *Forney*, c'est-à-dire que les caisses à eau (dont la contenance dépasse parfois 9 m³) et à charbon sont situées à l'arrière de la plate-forme et supportées par un truck à deux ou trois essieux. La machine proprement dite ne diffère en rien des locomotives à tender séparé. Ce sont des locomotives de ce type, mais beaucoup plus petites, qui assurent la traction de tous les trains de banlieue aux États-Unis et sur les *Elevated Railroad*.

Le type de banlieue le plus répandu comprend quatre ou six roues accouplées comprises entre un bissel placé à l'avant des cylindres et un bogie ordinairement à trois essieux, situé à l'arrière de la plate-forme. Le nombre des essieux varie donc de six à sept dont deux ou trois accouplés.

Les locomotives destinées au service des chemins de fer aériens sont au contraire très légères; comme les vitesses ne sont pas grandes, on se dispense du pony-truck à l'avant. Le nombre des essieux accouplés n'est jamais supérieur à deux et le bogie arrière ne comporte pas plus de quatre roues.

Nous donnerons un exemple typique de chacun de ces modèles de locomotives.

Le schéma de la figure 250 représente une machine, construite dans les ateliers de Brooks, qui présente un empattement total de près de 11 m. et un empattement fixe de 4,57 m. seulement.

Les six roues accouplées sont comprises entre un bissel placé à l'avant des cylindres, qui sont extérieurs, et un bogie à trois essieux situé à l'arrière du foyer, sous les caisses à eau et à combustible. L'ensemble constitue une machine à sept essieux dont l'empattement total est très considérable; mais la charge sur les essieux porteurs est faible, ce qui évite de fatiguer la voie.

La chaudière, en acier, est à *wagon-top ;* le foyer, à grille inclinée et destiné à brûler des houilles bitumineuses, passe au-dessus du dernier essieu accouplé. Le dôme est placé sur la boîte à feu. La boîte à fumée est prolongée sur l'avant, mais d'une moins grande quantité que dans la plupart des locomotives américaines.

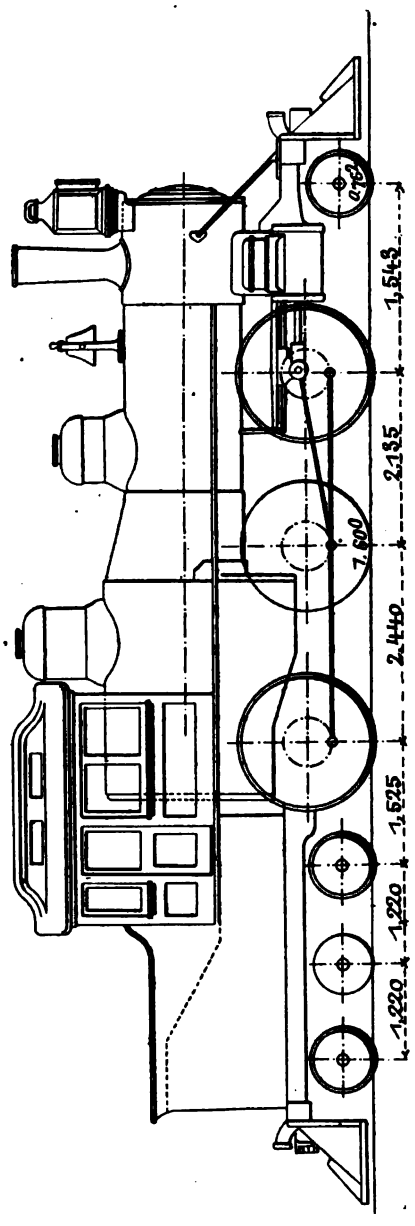


Fig. 250. — Type de locomotive américaine de banlieue (*Chicago and Northern Pacific Railroad*).

Les cylindres, horizontaux, sont surmontés des boîtes à tiroir, et le mécanisme de distribution, intérieur, est du type classique en Amérique. Les glissières doubles sont situées au-dessus des tiges de piston. Les bielles motrices, en acier, sont évidées en section à I ; les bielles d'accouplement sont plates et comportent des têtes à bagues sans rattrapage de jeu.

Les roues sont en fonte avec bandages en acier rapportés ; les roues motrices sont dépourvues de boudins. Les roues porteuses sont en acier moulé, à centres pleins pour le bogie, à rayons pour le bissel.

L'approvisionnement d'eau et de combustible est entièrement contenu à l'intérieur de caisses placées à l'arrière de la plate-forme et supportées par le truck à trois essieux dont nous avons parlé ; il n'y a aucune caisse latérale à eau ou à charbon. Cette disposition nous paraît, sous certains rapports, préférable à celle qui est ordinairement usitée sur le continent européen. Le corps cylindrique et le mécanisme sont entièrement dégagés, comme dans une machine à tender séparé, et les caisses à eau ou à charbon se trouvent supportées par des essieux non accouplés ; le poids adhérent et la répartition de la machine ne se trouvent que fort peu modifiés par l'état de l'approvisionnement.

Un abri en bois, fermé de tous côtés et très vaste, situé à une grande hauteur (il faut quatre marches pour y accéder), recouvre la plate-forme. Il est

muni de quatre portes, dont deux sur l'avant, donnant accès sur le tablier qui passe au-dessus des roues, et deux latérales.

Cette machine est munie d'un pare-étincelles du système Bell, d'un régulateur à soupape équilibrée placé dans le dôme, à tuyaux intérieurs, et du frein Westinghouse agissant sur les six roues accouplées.

Les principales conditions d'établissement sont les suivantes :

Surface de grille	2,10 m²
— de chauffe totale	150,40 —
Diamètre du corps cylindrique	1,473 m.
Nombre des tubes	250
Timbre	12,65 kg.
Diamètre des cylindres	0,457 m.
Course des pistons	0,610 —
Diamètre des roues accouplées	1,600 —
— — porteuses	0,762 —
Empattement fixe	4,570 —
— total	10,897 —
Approvisionnement d'eau	9,100 lit.
— de combustible	4,300 —
Poids total en charge	75,30 t.
— adhérent	46,30 —

Il est également intéressant de donner un exemple du type si répandu de locomotive tender employé, avec des modifications peu importantes par la plupart des chemins de fer aériens. Beaucoup de ces machines sont du système compound à deux ou quatre cylindres (système Vauclain). Nous choisirons comme exemple les locomotives compound à deux cylindres du *Brooklyn Elevated RR.* construites dans les ateliers de Pittsburgh.

La chaudière, à foyer Crampton placé au-dessus des longerons, possède un corps cylindrique du diamètre intérieur minimum de 1,22 m. Les tubes ont 45 mm. de diamètre. La surface de chauffe totale est d'environ 51,60 m².

Les roues accouplées, placées entre les cylindres et le foyer ont un diamètre de 1,092 m. et les roues du truck un diamètre de 0,686 m. L'empattement fixe n'est que de 1,524 m.

Les diamètres des deux cylindres sont respectivement de 0,330 m. et de 0,508 m. avec une course commune de 0,457 m.

Ces petites machines pèsent 25,70 t. en ordre de marche dont 18 t. sur les essieux accouplés. La contenance des caisses à eau est de 2 400 l. ; l'approvisionnement de combustible est de 700 kg.

Des machines analogues, construites par les ateliers Baldwin, du type compound à quatre cylindres sont employées par les chemins de fer aériens de Chicago (*Alley RR.*). Les cylindres ont respectivement 0,229 m. et 0,381 m. de diamètre avec une course de 0,406 m.

Les roues accouplées ont 1,067 m. de diamètre ; l'empattement total est de

4,978 m. et l'empattement fixe de 1,524 m. comme dans la machine précédente.

Les surfaces de grille et de chauffe sont respectivement de 1,76 m² et de 51,56 m². Le timbre est de 14 kg.

Poids total en ordre de marche, 26,31 t. ; contenance des caisses 2840 l.

Toutes les locomotives de ce type sont munies d'un abri fermé sur les côtés, avec fenêtres latérales mobiles et portes à l'avant, muni de sièges rembourrés ; en service, le mécanicien est toujours assis.

TABLEAUX

DONNANT LES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT

DES PRINCIPAUX TYPES DE LOCOMOTIVES

I. — MACHINES A GRANDE VITESS

GRANDE-BRETAGN

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		GREAT WESTERN	GREAT WESTERN	MIDLAN
		—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs	Machine à bogie à cylindres intérieurs	Machine à à cylindres
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire
Grille.	Longueur	mètres.	1,727	1,780	1,776
	Largeur	—	1,016	1,083	1,029
	Surface	mètres carrés.	1,754	1,93	1,93
Foyer.	Longueur intérieure	mètres.	1,930	1,930	1,98
	Largeur extérieure	—	1,219	1,220	1,232
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,822	1,822	»
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,273	1,295	1,255
	Epaisseur de la tôle	—	0,011	»	0,013
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,146	2,320	2,59
	Timbre	kilogrammes.	10,5	11,25	11,25
Tubes.	Nombre		245	249	216
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,283	3,588	3,255
	Diamètre extérieur	—	0,044	0,045	0,041
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	11,28	11,49	10,87
	Des tubes	—	112,10	124,61	104,37
	Totale	—	123,38	136,10	115,24
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,457	0,483	0,470
	Course des pistons	—	0,610	0,610	0,660
	Entre-axe des cylindres	—	0,775	0,775	0,711
	Système de distribution		Stephenson.	Stephenson.	Stephenson
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres. int.	0,022	»	0,025
		ext.	0,019		
	Ecartement intérieur des longerons	— int.	1,252	»	AV 1,213
		ext.	2,019		AR 1,2[illegible]
Roues.	Nombre total des roues		6	8	8
	Nombre des roues accouplées		»	»	»
	Empattement rigide	mètres.	5,334	2,740	2,67[illegible]
	Empattement total	—	5,334	7,164	6,613
	Diamètre des roues motrices au contact	—	2,159	2,337	2,296
	Diamètre des roues de support au contact	—	1,245	AR 1,372 Bogie 1,220	AR 1,321 Bogie 1,[illegible]
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	Bogie.	Bogie.
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	32 907	»	»
	De la machine en ordre de marche	—	35 663	49 440	43 690
	Adhérent	—	15 241	18 120	17 781
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	13 630	13 630	14 706
	Poids du combustible	—	2 540	2 540	3 556
	Nombre de roues		6	6	6
	Poids en charge complète	kilogrammes.	33 021	33 000	30 481

[1] Un autre type plus récent (1896) a des roues motrices de 2,362 m., des cylindres de 0,495 × 0,660 m. et une surface de grille de 2 m².

ROUES INDÉPENDANTES

ÉTATS-UNIS

EAT NORTHERN	GREAT NORTHERN	GREAT EASTERN	LONDON BRIGHTON AND SOUTH COAST	NORTH EASTERN	CALEDONIAN	PHILADELPHIA AND READING
—	—	—	—	—	—	—
achine à bogie à ndres extérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire. Type *Grosvenor*.	Compound à 2 cylindres.	Ordinaire.	Compound à 4 cylindres. (Vauclain.)
1,664	1,664	1,622	1,676	1,840	1,730	2,890
1,029	1,029	1,029	1,038	1,040	1,040	2,440
1,67	1,67	1,67	1,74	1,92	1,80	7,05
						Foyer Wootten.
1,880	1,880	1,829	1,883	2,135	1,930	3,091
1,206	1,206	1,232	1,245	1,195	1,206	2,645
1,740	1,830	1,714	1,900	1,770	1,850	»
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Acier.
1,219	1,245	1,295	1,320	1,295	1,290	1,420
0,014	0,014	0,013	0,013	0,0143	0,014	»
2,216	2,286	2,286	2,250	2,415	2,285	2,670
12	12,3	9,8	9,8	12,3	10,54	14
174	186	256	206	203	196	»
3,581	3,600	3,150	3,270	3,332	3,220	»
0,044	0,044	0,041	0,044	0,044	0,044	»
10,13	10,20	9,81	10,22	11,44	10,42	»
86,95	93,00	104,5	94,94	94,30	90,50	»
97,08	103,20	114,31	105,16	105,74	100,92	»
0,457	0,470	0,457	0,432	HP 0,510 BP 0,710	0,457	HP 0,330 BP 0,559
0,711	0,660	0,610	0,610	0,610	0,660	0,660
1,880	0,724	0,610	0,660	0,610	»	»
tephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Joy.	Stephenson	Stephenson.
0,032	0,032	0,032	0,025	»	0,025	0,102
1,232	1,257	1,257	1,257	»	1,257	1,296
8	6	6	6	8	8	8
»	»	»	»	»	»	»
2,642	5,800	5,029	4,800	2,641	»	2,130
6,914	5,800	5,029	4,800	6,677	6,43	6,930
2,476	2,350	2,134	2,025	2,317	2,13	2,14
AR 1,410 Bogie 1,206	1,257	AV 1,219 AR 1,219	1,372	AR 1,403 Bogie 1,098	AR 1,375 Bogie 1,065	AR 1,380 Bogie 0,914
Bogie.	»	»	»	Bogie.	Bogie.	Bogie.
»	»	37 351	»	44 150	»	»
45 671	40 420	40 817	35 500	46 650	41 900	52 150
18 289	17 350	16 382	15 000	17 750	17 000	21 600
15 902	15 902	11 994	11 340	17 700	12 914	»
5 080	5 080	3 556	20 000	3 000	3 000	»
6	6	6	6	6	6	»
40 934	40 934	31 116	27 000	40 000	31 000	»

II. — MACHINES A GRANDE VITES

FR

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		OUEST —	OUEST —	OUEST —	OUEST —
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire
Série des machines		636 à 743	621 à 636	953 à 962	963 à [illegible]
Grille.	Longueur	mètres.	1,624	1,580	1,700	[illegible]
	Largeur	—	1,078	1,046	1,052	[illegible]
	Surface	mètres carrés.	1,75	1,64	1,78	[illegible]
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	1,800	1,800	1,880	[illegible]
	Largeur extérieure	—	1,250	1,260	1,230	[illegible]
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,315	1,775	1,750	[illegible]
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,190	1,230	1,290	[illegible]
	Epaisseur de la tôle	—	0,014	0,014	0,015,5	[illegible]
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,145	2,185	2,225	[illegible]
	Timbre	kilogrammes.	10	10	11	[illegible]
Tubes.	Nombre		166	223	208	[illegible]
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,850	3,200	3,800	[illegible]
	Diamètre extérieur	—	0,050	0,045	0,045	[illegible]
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	7,15	9,47	10	[illegible]
	Des tubes	—	98,38	100,88	111,73	[illegible]
	Totale	—	105,53	110,35	121,73	[illegible]
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,430	0,430	0,460	[illegible]
	Course des pistons	—	0,600	0,600	0,660	[illegible]
	Entre-axe des cylindres	—	0,820	0,820	0,600	[illegible]
	Système de distribution		Allan.	Allan.	Sans excentriques.	Sans excentriques.
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,026	0,026	0,025	[illegible]
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,782	1,782	1,270	[illegible]
Roues.	Nombre total des roues		6	6	8	[illegible]
	Nombre des roues accouplées		4	4	4	[illegible]
	Empattement rigide	mètres.	4,650	4,700	2,700	[illegible]
	Empattement total	—	4,650	4,700	7,410	[illegible]
	Diamètre des roues motrices au contact	—	2,010	2,010	2,010	[illegible]
	Diamètre des roues de support au contact	—	1,110	1,110	0,930	[illegible]
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	»	Bogie.	Bogie.
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	33 600	34 630	38 500	[illegible]
	Total de la machine en ordre de marche	—	36 700	37 880	42 160	[illegible]
	Adhérent	—	25 900	26 080	26 150	[illegible]
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	10 500	10 500	10 500	[illegible]
	Poids du combustible	—	4 000	4 000	3 500	[illegible]
	Nombre de roues		4	4	4	[illegible]
	Diamètre des roues	mètres.	1,110	1,110	1,110	[illegible]
	Empattement total	—	2,950	2,950	2,950	[illegible]
	Poids en charge complète	kilogrammes.	22 600	27 100	25 600	[illegible]

QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

:E

OUEST	NORD	NORD	NORD	NORD	EST	EST	EST	EST	EST
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à bogie. cylindres ıtérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie.	Machine à bogie.	Machine à 3 essieux dont 2 accouplés à l'avant, à cylindres intérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs, chaudière à 2 corps.	Machine à 3 essieux dont 2 accouplés à l'avant, à cylindres intérieurs.
ompound cylindres.	Type Outrance.	Compound à 4 cylindres.	Compound à 4 cylindres.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
902-903	2861-2911	2121-2157	2158-2160	2552-2631	501-510	511-542	543-562	813-840	441-485
1,896	2,273	2,013	2,287	1,558	1,703	2,350	2,360	2,380	1,725
1,052	1,020	1,012	1,027	0,978	1,015	1,015	1,015	1,016	0,992
2,000	2,31	2,04	2,35	1,52	1,73	2,39	2,40	2,418	1,71
2,080	2,472	2,240	2,500	»	1,900	2,455	2,455	2,537	1,900
1,230	1,280	1,190	1,195	»	1,210	1,210	1,210	1,190	1,190
1,670	1,580	1,725	2,400	1,500	1,628	1,628	1,663	2,049	1,495
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,296	1,2365	1,260	1,350	1,260	1,268	1,268	1,268	1,168	1,256
0,018	0,0145	0,018	0,016	0,014	0,0135	0,0135	0,0135	0,0125	0,0145
2,235	2,127	2,242	2,450	2,160	2,100	2,100	2,160	2,064	2,160
14	11	14	15	10	10	10	10	12	10
(Serve)	201	94 (Serve)	107	156	178	166	178	304	160
3,800	3,500	3,900	3,900	3,815	3,500	3,500	4,100	4,300	4,098
0,070	0,045	0,070	0,070	0,050	0,0487	0,0487	0,0487	0,040	0,0487
10,73	9,37	10,87	11,78	7,96	9,23	8,97	9,13	13,61	7,70
126,30	88,38	144,43	167,45	84,08	90,77	84,64	106,33	154,68	95,52
137,03	97,75	155,30	179,24	92,04	100,00	93,61	115,46	168,29	103,22
IP 0,320 P 0,500	0,460	HP 0,340 BP 0,530	HP 0,340 BP 0,530	0,420	0,440	0,430	0,440	0,470	0,430
0,640	0,610	0,640	0,640	0,560	0,640	0,610	0,610	0,660	0,610
IP 2,110 P 0,570	0,760	HP 2,070 BP 0,570	HP 2,070 BP 0,570	0,690	2,100	2,100	2,100	2,130	0,684
alschaërt	Walschaërt	Walschaërt	Walschaërt	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson.
0,027	0,022	0,028	0,028	»	0,025	0,025	0,025	0,030	0,027
1,270	1,256	1,250	1,250	»	1,256	1,256	1,256	1,235	1,240
8	8	8	8	6	6	6	6	8	6
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2,900	2,590	3,000	3,000	4,400	5,350	5,350	5,350	3,000	4,500
7,400	6,320	7,330	7,330	4,400	5,350	5,350	5,350	7,450	4,500
2,010	2,114	2,114	2,130	1,830	2,310	2,110	2,110	2,090	1,820
0,930	1,040	1,040	1,040	1,2475	1,360	1,360	1,360	1,060	1,220
Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	»	»	»	»	Bogie.	»
42 400	39 800	43 800	46 100	30 600	38 480	38 828	39 175	50 937	33 614
46 500	43 000	47 800	50 850	34 100	41 840	42 118	42 774	56 766	37 174
28 900	28 600	30 500	31 350	24 000	28 667	29 050	28 936	33 396	26 748
12 500	14 200	15 000	»	8 000	13 000	13 000	13 000	20 000	10 000
3 000	4 000	4 000	»	3 000	3 000	3 000	3 000	5 000	9 810
4	6	6	»	4	4	4	4	6	4
1,110	1,247	1,247	»	1,247	1,220	1,220	1,220	1,080	1,220
2,950	3,750	3,300	»	3,000	2,500	2 500	2,500	3,900	2,500
27 300	33 100	34 500	»	21 500	28 648	28 648	28 648	42 843	23 648

II. — MACHINES A GRANDE VITES

FRAN

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		ORLÉANS —	ORLÉANS —	ORLÉANS —	ORLÉANS —	ORLÉ —
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à 4 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à 4 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à 4 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à 4 essieux à cylindres extérieurs.	Machi à 4 es à cyl intéri
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordi
Série des machines		171-264	329-348 361-390	51-76	77-86	141
Grille.	Longueur — mètres.	1,700	1,540	1,655	1,690	2,3
	Largeur —	0,980	1,050	1,030	1,030	0,7
	Surface — mètres carrés.	1,66	1,61	1,70	1,74	2,2
Foyer.	Longueur extérieure — mètres.	"	"	"	1,820	2,7
	Largeur extérieure —	"	"	"	1,210	1,2
	Hauteur du ciel à l'avant —	1,660	1,670	1,660	1,660	1,9
	Nature du métal —	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen — mètres.	1,250	1,250	1,250	1,250	1,24
	Epaisseur de la tôle —	0,016	0,014	0,014	0,016	0,03
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail —	1,956	1,957	1,957	1,957	2,24
	Timbre — kilogrammes.	15	10	10	15	7
Tubes.	Nombre —	171	177	185	171	81
	Longueur entre les plaques tubulaires — mètres.	4,960	4,957	4,952	4,957	5,14
	Diamètre extérieur —	0,048	0,048	0,048	0,048	0,05
Surface de chauffe.	Du foyer — mètres carrés.	10,30	10	10,96	11,05	15,22
	Des tubes —	127,90	132,24	138,29	127,82	136,02
	Totale —	138,20	142,24	149,25	138,87	151,24
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres — mètres.	0,440	0,440	0,440	0,440	0,5
	Course des pistons —	0,650	0,650	0,650	0,650	0,7
	Entre-axe des cylindres —	1,900	1,900	1,900	1,900	0,8
	Système de distribution —	Gooch.	Gooch.	Gooch.	Gooch.	Gooch.
Châssis.	Epaisseur des longerons — mètres.	0,026	0,026	0,026	0,026	0,05
	Ecartement intérieur des longerons —	1,230	1,263	1,243	1,243	1,25
Roues.	Nombre total des roues —	8	8	8	8	8
	Nombre des roues accouplées —	4	4	4	4	4
	Empattement rigide — mètres.	5,700	5,700	5,800	5,800	4,10
	Empattement total —	5,700	5,700	5,800	5,800	6,40
	Diamètre des roues motrices au contact —	2,000	2,000	2,000	2,000	2,10
	Diamètre des roues de support au contact —	AR 1,22 AV 1,22	AR 1,220 AV 1,220	AR 1,220 AV 1,220	AR 1,220 AV 1,220	AR 1,25 AV 1,25
	Disposition spéciale pour le passage des courbes	"	"	"	"	"
Poids.	De la machine à vide — kilogrammes.	39 640	40 900	41 600	44 765	47
	De la machine en ordre de marche —	43 820	45 100	46 690	48 300	52
	Adhérent —	26 200	26 650	27 960	28 770	29
Tender.	Poids de l'eau — kilogrammes.	11 250	10 000	10 000	14 500	14
	Poids du combustible —	4 350	4 200	4 200	4 700	4
	Nombre de roues —	6	4	4	6	6
	Diamètre des roues — mètres.	1,100	1,220	1,220	1,220	1,25
	Empattement total —	3,750	3,000	3,000	3,700	3,7
	Poids en charge complète — kilogrammes.	28 300	25 000	25 000	35 840	3

QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

(Suite).

ÉTAT —	ÉTAT —	MIDI —	MIDI —	MIDI —	MIDI —	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE —	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE —	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE —	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE —
Machine 3 essieux cylindres extérieurs.	Machine à 4 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à bogie.	Machine à bogie.	Machine à 4 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 4 essieux.	Machine à bogie
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound à 4 cylindres.	Compound à 4 cylindres.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound à 4 cylindres.	Compound à 4 cylindres.
079-2 528	2 602-2 620	91-95	1 601	1 701-1 714	1 751-1 762	111-400	B. 111-400	C. 2	C. 21-60
1,324	»	»	»	»	2,387	2,217	2,217	2,317	2,223
1,004	»	»	»	»	1,013	1,010	1,010	1,010	1,024
1,33	1,91	1,71	1,71	2,00	2,43	2,24	2,24	2,34	2,27
»	1,888	»	»	2,240	2,600	2,400	2,400	2,500	2,400
»	»	»	»	1,192	1,205	1,290	1,290	1,290	1,340
»	»	»	»	1,725	2,378	1,820	1,820	1,970	1,813
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,230	1,230	1,280	1,280	1,260	1,380	1,261	1,261	1,260	1,320
»	»	0,013	0,015	0,018	0,016	0,0145	0,0145	0,014	0,0145
1,945	2,050	»	»	2,250	2,450	2,100	2,100	2,250	2,250
10	13	9	10	14	14	11	11	15	15
»	158	213	194	94	111	185	113	224	133
4,961	4,961	3,495	3,493	3,900	3,900	4,945	3,350	4,035	3,000
0,045	0,045	0,045	0,048	0,070	0,065	0,050	0,065	0,045	0,065
7,00	9,62	9,12	9,70	10,84	14,98	10,50	10,50	11,62	10,28
111,95	111,95	105,38	102,14	144,43	173,58	132,21	131,03	116,41	137,38
118,95	121,57	114,50	111,84	155,27	188,56	142,71	141,53	128,03	147,66
0,440	0,440	0,430	0,440	HP 0,340 BP 0,530	HP 0,350 BP 0,550	0,500	0,500	HP 0,310 BP 0,500	HP 0,340 BP 0,540
0,650	0,650	0,600	0,600	0,640	0,640	0,620	0,620	0,620	0,620
»	»	2,060	2,060	HP 2,070 BP 0,570	»	1,925	1,925	HP 0,560 BP 2,100	HP 2,140 BP 0,590
Allan.	Bonnefond.	Gooch.	Gooch.	Walschaërt.	Walschaërt.	Allan.	Allan.	Walschaërt.	HP Walschaërt. BP Gooch.
»	»	0,028	0,028	0,028	0,028	0,030	0,030	0,025	0,025
»	»	1,230	1,230	1,824	1,240	1,230	1,230	1,240	1,240
6	8	6	6	8	8	8	8	8	8
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4,000	6,000	5,400	5,400	3,000	3,000	5,800	2,970	2,160	2,700
4,000	6,000	5,400	5,400	7,330	7,500	5,800	7,470	5,860	6,900
2,020	2,020	2,090	1,980	2,130	2,130	2,100	2,000	2,000	2,000
1,320	AR 1,120 AV 1,320	1,400	1,400	1,040	1,040	1,300	1,000	1,300	1,000
»	»	»	»	Bogie.	Bogie.	»	Bogie.	»	Bogie.
33 200	44 430	»	»	45 900	48 950	46 330	46 330	49 500	47 480
36 800	48 240	40 000	42 800	50 000	54 000	50 830	49 680	53 500	50 600
25 500	29 355	28 000	30 000	31 600	32 800	28 550	30 540	29 600	31 880
6 500	8 500	10 000	10 000	14 000	»	»	»	»	»
4 500	5 000	3 000	3 000	4 480	»	»	»	»	»
4	4	6	6	6	»	»	»	»	»
1,120	1,120	»	»	1,230	»	»	»	»	»
2,650	2,650	3,800	3,800	3,300	»	»	»	»	»
21 900	24 900	26 900	29 000	33 000	»	»	»	»	»

II. — MACHINES A GRANDE VITESS

GRANDE

	RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		GREAT EASTERN	GREAT EASTERN	LONDON CHATHAM & DOVER
	TYPE DE LA LOCOMOTIVE		—	—	—
			Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs. Profils accidentés.	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs
	Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
Grille.	Longueur	mètres.	1,622	1,622	1,600
	Largeur	—	1,029	1,029	0,991
	Surface	—	1,67	1,67	1,586
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	1,829	1,829	1,803
	Largeur extérieure	—	1,232	1,232	1,195
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,714	1,714	1,829
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,321	1,321	1,273
	Epaisseur de la tôle	—	0,013	0,013	0,011
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,286	2,286	2,184
	Timbre	kilogrammes.	12,3	12,3	10,54
Tubes.	Nombre		254	252	263
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,150	3,150	3,281
	Diamètre extérieur		0,041	0,041	0,045
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	9,37	9,37	10,22
	Des tubes	—	103,69	102,88	92,92
	Totale	—	113,06	112,25	103,14
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,457	0,444	0,457
	Course des pistons	—	0,610	0,610	0,660
	Entre-axe des cylindres	—	0,610	0,610	0,711
	Système de distribution		Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,025	0,025	0,027
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,257	1,257	1,219
Roues.	Nombre total des roues		6	6	8
	Nombre des roues accouplées		4	4	4
	Empattement rigide	mètres.	2,667	2,667	2,591
	Empattement total	—	5,029	5,029	6,516
	Diamètre des roues motrices au contact	—	2,134	1,727	1,981
	Diamètre des roues de support au contact	—	AV 1,219	1,219	Bogie 1,07
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	»	Bogie à pl[illegible] inclin[illegible]
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	39 562	37 746	39 52[illegible]
	De la machine en ordre de marche	—	42 687	41 000	43 131
	Adhérent	—	28 031	26 570	29 36[illegible]
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	11 994	11 994	11 892
	Poids du combustible	—	3 556	3 556	4 820
	Nombre de roues		6	6	6
	Poids en charge complète	kilogrammes.	31 116	31 116	34 71[illegible]

QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

RETAGNE

SOUTH EASTERN	LONDON BRIGHTON AND SOUTH COASTS	LONDON AND SOUTH WESTERN	LONDON AND SOUTH WESTERN	LONDON AND SOUTH WESTERN	LANCASHIRE AND YORKSHIRE	LANCASHIRE AND YORKSHIRE	MANCHESTER SHEFFIELD AND LINCOLNSHIRE	CALEDONIAN
—	—	—	—	—	—	—	—	—
chine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs.	Máchine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs. Profils accidentés.	Machine à 3 essieux dont 2 accouplés à l'avant. à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
1.540	1,822	1,724	1,724	1,620	1,641	1,641	1,641	1,726
1.013	1,035	0.978	0,978	1,041	1,067	1,067	1,067	1,070
1.56	1,89	1,69	1,69	1,69	1,75	1,75	1,75	1,85
1.753	2,038	1,930	1,930	1,830	1,829	1,829	1,829	1,889
1.219	1,245	1,180	1,180	1,245	1,245	1,245	1,245	1,232
1.791	1,940	1,765	1,765	»	1,775	1,775	1,734	1,880
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1.321	1,321	1,321	1,321	»	1,270	1,270	1,270	1,349
0.014	0,013	0,013	0,013	»	0,013	0,013	0,013	0,014
2.261	2,261	2,362	»	»	2,223	2,362	2,248	2,210
10,54	10,54	12,3	12,3	11,25	11,25	11,25	11,25	11,25
194	333	240	240	218	220	220	233	238
3.253	3,200	3,454	3,454	3,454	3,391	3,353	3,369	3,226
0.041	0,038	0,044	0,044	0,044	0,045	0,045	0,044	0,041
9.61	10,58	11,35	11,35	10,82	10,00	10,00	9,19	10,46
81.82	128,03	115,72	115,72	104,97	104,17	103,00	109,53	99,54
91.43	138,61	127,07	127,07	115,79	114,17	113,00	118,72	110,00
0.483	0,464	0,483	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457	0,457
0,660	0,660	0,660	0,610	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
0.724	0,635	1,892	1,892	»	0,584	0,584	0,724	0,686
Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Joy.	Joy.	Stephenson.	Stephenson.
0.025	0,025	0.025	0,025	»	0.025	0,025	0,027	0,025
1,245	1,257	1,206	1,206	»	1,270	1,270	1,270	1,257
8	6	8	8	6	8	8	8	8
4	4	4	4	4	4	4	4	4
2.591	4,749	2.591	2,591	»	2,718	2,616	2,616	2,743
6.458	4,749	6,911	6,621	»	6,667	6,565	6,629	6,731
2.134	1,981	2,159	1,702	1,830	1,829	2,210	2,057	1,981
Bogie 1,146	AV 1,981 AR 1.372	AR 2,159 Bogie 1,162	0,762	1,219	AR 1,829 Bogie 0,924	AR 2,210 Bogie 0,924	AR 2,057 Bogie 1,067	AR 1,981 Bogie 1,067
Bogie Stirling.	»	Bogie.	Bogie.	»	Bogie à bielles oscillantes.	bogie à bielles oscillantes.	Bogie.	Bogie à plans inclinés.
39 169	35 562	46 065	41 900	42 500	40 718	41 963	43 690	42 433
43 182	39 322	49 456	45 500	32 100	43 995	45 520	46 738	46 003
29 364	28 755	30 786	29 200	»	29 974	31 498	32 564	31 092
12 039	10 222	14 992	11 250	11 250	8 177	8 177	13 629	16 228
4 064	2 032	2 268	2 000	2 000	3 048	3 048	5 080	4 775
6	6	6	6	6	6	6	6	6
30 989	27 789	36 001	26 800	30 300	26 544	26 544	35 562	39 702

II. — MACHINES A GRANDE VITESS

GRANDE-BR

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE			CALEDONIAN	NORTH BRITISH	NORTH BRITI
			—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE			Machine à bogie à cylindres intérieurs. Type Dunalastair.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs. Profils accidentés.
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound			Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
Grille.	Longueur	mètres.	1,792	1,743	1,[illegible]
	Largeur	—	1,070	1,083	1,083
	Surface	—	1,92	1,89	1,[illegible]
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	1,952	1,905	1,651
	Largeur extérieure	—	1,230	1,245	1,24[illegible]
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,990	1,848	1,848
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,425	1,349	1,321
	Epaisseur de la tôle	—	0,01425	0,014	0,014
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,360	2,210	2,210
	Timbre	kilogrammes.	11,25	10,54	10,54
Tubes.	Nombre		265	246	236
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,950	3,219	3,175
	Diamètre extérieur		0,044	0,044	0,044
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	11,05	10,96	9,73
	Des tubes	—	119,30	106,27	105,02
	Totale	—	130,35	117,23	114,7[illegible]
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,463	0,457	0,457
	Course des pistons	—	0,660	0,660	0,610
	Entre-axe des cylindres	—	»	0,686	0,686
	Système de distribution		Stephenson.	Stephenson.	Stephens[illegible]
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,025	0,029	0,029
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,257	1,257	1,232
Roues.	Nombre total des roues		8	8	8
	Nombre des roues accouplées		4	4	4
	Empattement rigide	mètres.	2,730	2,743	2,489
	Empattement total	—	6,730	6,731	5,486
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,981	1,981	1,676
	Diamètre des roues de support au contact	—	0,762	1,067	1,067
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		Bogie.	Bogie.	Bogie.
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	»	43 640	40 640
	De la machine en ordre de marche	—	47 740	46 738	43 988
	Adhérent	—	31 750	31 446	28 7[illegible]
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	16 228	11 357	11 357
	Poids du combustible	—	»	6 096	6 096
	Nombre de roues		6	6	6
	Poids en charge complète	kilogrammes.	39 702	33 529	»

A QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

TAGNE (*Suite*)

GLASGOW AND SOUTH WESTERN —	GREAT NORTH OF SCOTLAND —	HIGHLAND —	GREAT WESTERN —	LONDON AND NORTH WESTERN —	LONDON AND NORTH WESTERN —	MIDLAND —	NORTH EASTERN —	NORTH EASTERN —
Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à 4 essieux dont 2 moteurs indépendants (Greater Britain).	Machine à 3 essieux dont 2 moteurs indépendants (Jeanie Deans).	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs. (Q)	Machine à bogie à cylindres intérieurs. (Q_1)
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound à 3 cylindres.	Compound à 3 cylindres.	Ordinaire,	Ordinaire.	Ordinaire.
1,695	1,618	1,676	1,630	1,905	1,905	1,595	1,841	1,918
1,016	1,041	1,041	1,083	1,016	1,016	1,029	0,984	0,984
1,72	1,68	1,575	1,76	1,93	1,93	1,62	1,81	1,95
1,880	1,829	1,892	1,780	2,083	2,083	1,803	2,057	2,134
1,219	1,245	1,229	1,232	1,194	1,194	1,232	1,194	1,194
1,803	»	1,788	»	1,829	1,650	1,803	1,968	1,945
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,270	1,321	1,346	1,324	1,270	1,295	1,245	1,321	1,321
0,013	0,013	0,013	»	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014
2,286	2,235	2,235	»	2,400	2,400	2,229	2,413	2,489
10,54	11,6	11,24	11,25	12	12,25	11,25	11,25	»
238	220	242	249	156	225	246	224	201
3,294	3,305	3,099	3,435	1,778 3,073	3,430	3,316	3,610	3,610
0,041	0,044	0,044	0,044	0,054	0,048	0,041	0,044	0,044
10,31	10,54	10,68	10,46	11,20	14,78	10,24	11,24	12,08
				Chambre de combustion. 3,60				
101,63	101,58	104,69	119,43	125,04	147,72	106,93	113,34	108,69
111,94	112,12	115,37	129,89	139,84	162,50	117,17	124,58	120,77
0,464	0,457	0,457	0,457	HP 0,381 BP 0,762	HP 0,356 BP 0,762	0,457	0,483	0,508
0,660	0,660	0,610	0,660	0,610	0,610	0,660	0,660	0,660
0,660	0,711	1,905	»	1,981	»	0,711	0,610	0,610
Stephenson.	Stephenson.	Allan.	Stephenson.	Stephenson.	Joy.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.
0,025	0,025	0,032	int. 0,022 ext. 0,019	0,025	0,022	0,025	0,025	0,025
1,245	1,270	1,257	1,251 2,019	1,219	1,219	1,257	1,219	1,219
8	8	8	8	8	6	8	8	8
4	4	4	4	»	4	4	4	4
2,667	2,667	2,667	»	4,65	2,945	2,591	2,819	2,900
6,604	6,642	6,554	»	7,645	5,512	6,566	7,167	7,239
2,070	1,854	1,918	1,714	2,159	2,159	2,134	2,159	2,317
1,105	1,156	1,156	1,105	AV 1,257 AR 1,257	1,257	1,067	1,092	1,098
Bogie à bielles oscillantes.	Bogie.	Bogie à plans inclinés.	Bogie.	Boites radiales syst. Webb.	Boites radiales syst. Webb.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
52 877	»	»	»	47 856	»	40 185	47 577	»
45 773	44 604	45 723	46 736	52 936	46 200	43 423	52 022	51 530
31 345	30 024	29 974	28 956	29 313	30 980	28 576	34 749	34 880
11 357	13 629	10 222	9 086	8 178	8 178	14 765	17 899	18 175
3 048	4 064	5 080	4 000	4 064	4 064	2 032	5 080	5 080
6	6	6	6	6	6	6	6	6
29 212	35 562	32 514	24 384	27 029	27 029	36 642	41 750	40 100

II. — MACHINES A GRANDE VITESSE

BELGIQUE, SUISSE

	RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		ÉTAT BELGE	ÉTAT BELGE	GOTHARD
			—	—	—
	TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à 4 essieux à cylindres intérieurs (Type 12).	Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs. (Type 1).	Machine-tender à bogie à cylindres extérieurs.
	Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
Grille.	Longueur	mètres.	Partie large. 1,600 / Partie étroite. 1,111	2,610	1,680
	Largeur	—	2,200 / 1,076	1,070	0,[illegible]
	Surface	mètres carrés.	4,71	2,79	1,63
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	2,939	2,910	1,861
	Largeur extérieure	—	Partie large. 2,374 / Partie étroite. 1,374	1,286	1,17[illegible]
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,400	»	1,[illegible]
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,326	1,286	1,28[illegible]
	Epaisseur de la tôle	—	0,013	0,013	0,01[illegible]
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,350	2,178	1,92[illegible]
	Timbre	kilogrammes.	10	8	12,[illegible]
Tubes.	Nombre		242	208	160
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,850	3,100	3,9[illegible]
	Diamètre extérieur	—	0,045	0,045	0,0[illegible]
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	12,50	10,64	7,80
	Des tubes	—	112,17	79,90	99,50
	Totale	—	124,67	90,54	107,30
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,500	0,430	0,410
	Course des pistons	—	0,600	0,560	0,610
	Entre-axe des cylindres	—	0,570	0,760	2,000
	Système de distribution		Walschaërt.	Stephenson.	Allan.
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,022	»	0,025
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,750	»	1,180
Roues.	Nombre total des roues		8	6	8
	Nombre des roues accouplées		4	4	4
	Empattement rigide	mètres.	2,160	2,320	2,500
	Empattement total	—	6,560	4,630	6,500
	Diamètre des roues motrices au contact	—	2,100	2,000	1,870
	Diamètre des roues de support au contact	—	1,200	1,200	1,030
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	»	Bogie.
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	45 500	31 050	42 950
	Total de la machine en ordre de marche	—	49 200	35 500	54 750
	Adhérent	—	26 100	26 400	31 250
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	14 000	14 000	5 750
	Poids du combustible	—	3 500	3,500	2 300
	Nombre de roues		6	6	—
	Diamètre	mètres.	1,060	1,060	—
	Empattement total	—	3,600	3,600	—
	Poids en charge complète	kilogrammes.	34 850	34 850	—

A QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

AUTRICHE, ALLEMAGNE

JURA SIMPLON	NORD-EST SUISSE	SOCIÉTÉ AUSTRO-HONGROISE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT	SOCIÉTÉ AUSTRO-HONGROISE DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT	KAISER FERDINAND NORD-BAHN	KAISER FERDINAND NORD-BAHN	ÉTAT BADOIS	ÉTAT PRUSSIEN
—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 3 essieux avec bissel à l'avant.	Machine à 4 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie avec essieu porteur à l'arrière, à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.
Compound à 2 cylindres.	Compound à 2 cylindres.	Ordinaire.	Compound à 2 cylindres.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound à 2 cylindres (v. Borries).
2,006	»	2,218	2,532	»	2,607	»	»
0,975	»	1,038	1,132	»	1,100		»
2,05	»	2,30	2,87	2,07	2,87	2,06	2,21
2,200	1,616	2,421	2,700	2,100	2,800	»	2,450
1,171	»	1,236	»	»	1,292	»	1,210
»	1,365	1,610	1,550	»	»	»	»
Cuivre.	Cuivre.	Acier et cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,348	1,300	1,280	1,390	1,300	1,470	1,270	1,400
0,016	0,015	0,013	0,015	0,014	0,015	»	»
2,225	2,055	2,060	2,580	2,100	2,500	2,300	2,250
12	»	10	13	12,4	13	12	12
224	159	149	205	177	230	214	219
3,800	3,650	5,000	4,400	4,270	4,110	3,800	3,900
0,045	»	0,052	0,051	0,0527	0,527	0,041	0,041
9,10	»	10,10	11,00	8,54	12,10	9,10	8,84
120,00	»	121,70	144,50	120,46	140,20	104,70	110,00
129,10	»	131,80	155,50	129,00	152,30	113,80	118,84
HP 0,450 BP 0,670	HP 0,400 BP 0,580	0,460	HP 0,500 BP 0,740	0,435	0,470	0,460	HP 0,460 BP 0,680
0,650	0,620	0,650	0,680	0,622	0,600	0,600	0,600
2,070	2,000	1,900	1,920	2,435	2,450	»	2,040
Stephenson.	Walschaërt.	Gooch.	Walschaërt.	Stephenson.	Walschaërt.	Walschaërt.	Walschaërt.
0,025	0,025	0,030	0,030	0,035	0,035	»	0,025
1,200	1,270	1,245	»	1,830	1,830	»	1,240
8	6	8	8	8	10	8	8
4	4	4	4	4	4	4	4
2,600	2,800	2,220	2,800	2,600	2,300	2,550	2,600
7,100	5,300	6,000	7,300	6,150	8,350	6,850	7,400
1,830	1,580	2,100	2,120	2,002	1,960	2,100	1,960
1,030	0,920	AV 1,100 AR 1,100	1,024	1,010	AR 0,970 Bogie 0,970	0,990	0,980
Bogie.	Bissel.	»	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
43 000	»	44 200	49 600	43 000	53 800	39 800	44 674
47 530	»	49 400	55 600	47 000	59 700	43 800	50 074
30 000	»	26 700	28 800	27 600	27 500	28 200	29 970
13 000	»	10 000	16 750	12 000	15 000	13 500	15 000
4 000	»	3 475	5 300	6 000	7 500	5 000	4 000
6	»	4	6	6	6	6	6
»	»	1,220	1,025	1,010	1,010	1,110	0,980
3,200	»	1,800	3,200	3,200	3,200	3,500	3,300
30 000	»	24 900	38 000	32 400	36 700	33 300	36 830

II. — MACHINES A GRANDE VITESSE

ALLEMAGNE, ITA

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE			ÉTAT PRUSSIEN	MÉDITERRANÉE (ITALIE)	MÉDITERRANÉE (ITALIE)
			—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE			Machine à 3 essieux à cylindres extérieurs. (Type normal).	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound			Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
Grille.	Longueur	mètres.	1,782	2,366	2,066
	Largeur	—	1,010	0,996	0,986
	Surface	mètres carrés	1,800	2,35	1,82
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	2,050	2,550	2,250
	Largeur extérieure	—	1,210	1,118	1,170
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,485	1,700	1,464
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,280	1,310	1,330
	Epaisseur de la tôle	—	0,0145	0,014	0,014
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	1,895	2,300	2,240
	Timbre	kilogrammes.	12	11,37	10,2
Tubes.	Nombre		197	170	181
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,800	3,800	3,600
	Diamètre extérieur	—	0,046	0,050	0,051
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	»	10,00	8,2
	Des tubes	—	»	91,30	92,1
	Totale	—	103	101,30	100,3
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,400	0,450	0,455
	Course des pistons	—	0,560	0,620	0,600
	Entre-axe des cylindres	—	»	1,930	1,920
	Système de distribution		»	Gooch.	Stephenson.
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,025	0,028	0,028
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,240	1,230	1,204
Roues.	Nombre total des roues		6	8	8
	Nombre des roues accouplées		4	4	4
	Empattement rigide	mètres.	4,500	2,600	2,430
	Empattement total	—	4,500	6,800	6,700
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,750	2,100	1,920
	Diamètre des roues de support au contact	—	1,150	0,974	0,950
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	Bogie.	Bogie.
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	»	43 000	41 230
	Total de la machine en ordre de marche	—	37 000	46 900	44 400
	Adhérent	—	25 300	29 500	28 500
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	15 000	10 000	10 000
	Poids du combustible	—	4 000	3 500	45 000
	Nombre de roues		6	6	6
	Diamètre des roues	mètres.	0,980	1,210	1,120
	Empattement total	—	3,300	3,660	3,660
	Poids en charge complète	kilogrammes.	36 830	27 500	28 900

QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

IE, RUSSIE (*Suite*)

ÉTAT SÉERLANDAIS	ÉTAT DANOIS	ÉTAT ROUMAIN	ÉTAT ROUMAIN	ÉTAT SERBE	ÉTAT SUÉDOIS	SUD-OUEST RUSSE	SAINT-PÉTERSBOURG VARSOVIE
—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à 3 essieux à cylindres intérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 4 essieux à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à avant-train, bissel à 2 essieux, à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound à 4 cylindres (tandem).	Compound à 2 cylindres.
2,057	1,742	2,218	2,170	2,300	2,056	1,798	2,378
1,060	1,016	1,012	1,010	1,060	0,958	1,048	1,076
2,18	1,77	2,24	2,19	2,44	1,98	1,90	2,56
2,235	1,966	2,421	2,370	2,524	2,250	2,000	»
1,257	1,192	1,208	1,208	1,284	»	1,300	1,238
1,600	»	1,610	1,600	1,550	»	1,615	1,754
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,273	1,344	1,280	1,290	1,360	1,324	1,257	1,390
0,014	0,014	0,014	0,0135	0,016	0,013	0,145	0,016
2,235	1,980	2,062	2,200	2,200	»	2,200	2,270
10,3	12	10	10	11,37	10,54	11	11
220	172	169	180	216	167	208	220
3,360	3,430	4,802	4,000	4,100	3,955	3,800	4,200
0,044	0,048	0,050	0,050	0,044	0,050	0,045	0,051
9,78	9,25	10,10	9,60	11,00	»	10,40	12,50
91,42	88,01	126,80	101,80	124,00	»	112,00	133,53
101,20	97,26	136,90	111,40	135,00	112,32	122,40	146,03
0,460	0,439	0,430	0,440	0,430	0,420	HP 0,330 BP 0,500	HP 0,460 BP 0,670
0,660	0,610	0,650	0,610	0,650	0,570	0,600	0,650
0,725	1,960	1,900	1,940	2,450	»	2,050	2,183
lephenson.	»	Allan.	Allan.	»	»	Stephenson.	Joy.
0,025	0,030	0,030	0,028	0,035	0,030	»	0,030
1,257	1,250	1,245	1,250	1,780	»	»	1,290
6	8	8	8	8	»	8	8
4	4	4	4	4	»	4	4
2,590	2,600	2,140	2,243	2,500	2,040	2,600	3,000
5,496	5,850	5,820	6,215	5,850	5,900	6,600	7,595
2,134	1,846	1,924	1,900	1,850	»	2,000	1,980
1,219	0,914	AV 1[illegible] AR 1[illegible]	0,950	1,035	»	0,950	1,110
»	Bogie.		Bogie.	Bogie.	Bissel.	Bogie.	Bogie.
»	39 000	45 510	37 300	39 000	»	39 100	45 415
40 680	42 000	50 550	41 980	42 500	39 740	43 000	51 500
28 020	26 000	27 520	26 540	25 000	25 170	26 000	26 416
12 000	10 000	10 000	10 000	12 000	14 000	15 000	»
3 000	3 500	3 660	8 500	6 000	3 500	5 000	»
6	6	4	6	6	»	6	»
1,219	1,100	1,244	1,244	1,035	»	1,150	»
3,962	3,200	3,000	3,160	3,080	»	3,500	»
29 990	27 300	25 900	32 400	31 500	»	35 000	»

II. — MACHINES A GRANDE VITESS

ÉTAT

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		NEW-YORK CENTRAL AND HUDSON RIVER RR.	NEW-YORK CENTRAL AND HUDSON RIVER RR.	NEW-YORK NEW-HAVEN AND HARTFORD RR.
		—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Compound à 2 cylindres
Grille.	Longueur . . . mètres.	2,890	2,753	3,048
	Largeur . . . —	1,038	1,038	1,050
	Surface . . . mètres carrés.	2,54	2,86	3,21
Foyer.	Longueur extérieure . . . mètres.	2,670	2,977	3,250
	Largeur extérieure . . . —	1,232	1,235	1,232
	Hauteur du ciel à l'avant . . . —	»	1,854	1,650
	Nature du métal . . .	Acier.	Acier.	Acier.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen . . . mètres.	1,473	1,476	1,556
	Epaisseur de la tôle . . . —	»	0,0143	0,016
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail . . . —	2,629	2,730	2,616
	Timbre . . . kilogrammes.	11,95	13,35	14,06
Tubes.	Nombre . . .	268	268	250
	Longueur entre les plaques tubulaires . . . mètres.	3,632	3,658	3,277
	Diamètre extérieur . . . —	0,051	0,051	0,051
Surface de chauffe.	Du foyer . . . mètres carrés.	14	21,64	15,48
	Des tubes . . . —	155,21	157,69	114,17
	Totale . . . —	169,21	179,33	129,65
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres . . . mètres.	0,483	0,483	HP 0,553 BP 0,787
	Course des pistons . . . —	0,610	0,610	0,660
	Entre-axe des cylindres . . . —	1,956	1,956	1,956
	Système de distribution . . .	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson
Châssis.	Epaisseur des longerons . . . mètres.	0,102	0,102	0,102
	Ecartement intérieur des longerons . . . —	1,029	1,029	1,092
Roues.	Nombre total des roues . . .	8	8	8
	Nombre des roues accouplées . . .	4	4	4
	Empattement rigide . . . mètres.	2,591	2,591	3,590
	Empattement total . . . —	7,290	7,290	6,934
	Diamètre des roues motrices au contact . . . —	1,981	2,184	1,981
	Diamètre des roues de support au contact . . . —	0,914	1,016	0,838
	Disposition spéciale pour le passage des courbes . . .	Bogie.	Bogie.	Bogie.
Poids.	Total de la machine en ordre de marche . . . kilogrammes.	54 432	56 172	56 180
	Adhérent . . . —	36 288	38 052	38 060
Tender.	Poids de l'eau . . . kilogrammes.	14 600	12 700	13 600
	Poids du combustible . . . —	6 124	6 115	4 500
	Nombre de roues . . .	8	8	8
	Diamètre des roues . . . mètres.	0,914	1,016	0,914
	Empattement total . . . —	4,636	4,636	»
	Poids en charge complète . . . kilogrammes.	36 288	36 240	33 975

A QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

-UNIS

NEW-YORK NEW-HAVEN AND HARTFORD RR.	PENNSYLVANIA RR.	PENNSYLVANIA RR	LAKE SHORE AND MICHIGAN SOUTHERN	BALTIMORE AND OHIO	BALTIMORE AND OHIO	PHILADELPHIA AND READING	CINCINNATI HAMILTON AND DAYTON
—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs (Classe P).	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound à 4 cylindres Vauclain.	Compound à 4 cylindres Vauclain.	Ordinaire.
2,673	3,042	3,048	1,981	2,735	2,729	2,896	2,591
1,050	1,016	1,054	0,864	0,860	0,860	2,442	0,813
2,807	3,09	3,21	1,71	2,35	2,30	7,07 (Wootten).	2,11
2,743	3,283	1,280	2,201	2,962	2,950	3,116	2,810
1,022	1,251	1,251	1,050	1,050	1,050	2,650	1,015
1,854	1,502	1,535	1,957	1,765	1,665	0,865	1,580
Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
1,584	1,448	1,727	1,321	1,575	1,570	1,460	1,473
0,0175	0,011	0,011	0,0127	0,0143	0,014	0,016	0,0143
2,553	2,489	2,730	2,362	2,521	»	2,590	2,426
13,357	12,3	12,65	12,65	11,60	12,65	12,65	12,65
312	258	310	200	251	251	324	226
3,658	3,454	3,454	3,661	3,581	3,581	3,023	3,509
0,051	0,048	0,048	0,051	0,051	0,051	0,038	0,051
15,563	13,7	»	14,40	13,84	13,84	16,07	12,40
180,85	133,3	»	116,87	143,44	143,44	117,24	129,27
196,41	147,0	»	131,27	157,28	157,28	133,31	141,67
0,508	0,470	0,470	0,432	0,508	HP 0,343 BP 0,584	HP 0,330 BP 0,559	0,457
0,610	0,610	0,660	0,610	0,610	0,610	0,610	0,660
1,956	1,956	1,956	2,134	2,007	2,185	2,248	1,956
Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.
0,102	0,102	0,102	0,095	0,102	»	0,125	0,095
1,092	1,016	1,016	1,073	1,035	»	0,965	1,073
8	8	8	8	8	8	8	8
4	4	4	4	4	4	4	4
2,591	2,438	2,362	2,743	2,286	2,286	»	2,896
7,239	7,137	6,944	7,239	6,680	6,807	7,112	6,909
1,854	1,981	2,032	1,829	1,981	1,981	1,981	1,854
0,838	0,914	0,914	0,838	0,914	0,914	1,219	0,838
Bogie.	Bogie	Bogie.	»	»	»	Bissel à l'avant	Bogie.
59 400	55 611	60 368	47 426	52 711	55 620	58 800	55 736
39 000	37 467	41 656	29 516	34 070	35 560	37 490	33 522
18 000	12 000	11 200	9 900	12 000	12 000	13 400	14 200
8 636	6 804	7 112	6 075	4 080	4 080	5 440	7 254
8	8	8	8	8	8	8	8
0,838	0,914	»	0,914	0,914	0,914	0,914	0,838
»	4,928	»	4,572	5,182	5,182	4,877	»
»	31 616	31 496	31 738	32 652	32 660	36 500	32 163

II. — MACHINES A GRANDE VITESSE

ÉTATS-

	RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE	CENTRAL RAILROAD OF NEW-JERSEY	CHICAGO AND NORTH WESTERN	BOSTON AND LAN[illegible]
		—	—	—
	TYPE DE LA LOCOMOTIVE	Machine à bogie avec essieu porteur à l'arrière.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à [illegible] à cylindres extérieurs
	Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound	Ordinaire.	Ordinaire	Ordinaire
Grille.	Longueur . . . mètres.	2,892	2,443	2,1[illegible]
	Largeur . . . —	2,438	1,026	1,0[illegible]
	Surface . . . mètres carrés.	7,07 (Wootten).	2,50	2,3[illegible]
Foyer.	Longueur extérieure . . . mètres.	3.110	2,683	2,4[illegible]
	Largeur extérieure . . . —	2,640	1,232	1,2[illegible]
	Hauteur du ciel à l'avant . . . —	»	1,962	1,8[illegible]
	Nature du métal . . .	Acier.	Acier.	Acier
Corps cylindrique.	Diamètre moyen . . . mètres.	»	1,578	1,[illegible]
	Epaisseur de la tôle . . . —	»	»	0,0[illegible]
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail . . . —	2,500	2,480	2,[illegible]
	Timbre . . . kilogrammes.	12,65	13	12,[illegible]
Tubes.	Nombre . . .	278	287	[illegible]
	Longueur entre les plaques tubulaires . . . mètres.	3,962	2,946	3,[illegible]
	Diamètre extérieur . . . —	0,044	0,051	0,[illegible]
Surface de chauffe.	Du foyer . . . mètres carrés.	17,6680	17,57	11,[illegible]
	Des tubes . . . —	152,81	159,38	170,[illegible]
	Totale . . . —	170,4780	176,95	182,[illegible]
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres . . . mètres.	0,476	0,483	0,[illegible]
	Course des pistons . . . —	0,660	0,610	0,6[illegible]
	Entre-axe des cylindres . . . —	»	»	1,[illegible]
	Système de distribution . . .	Stephenson.	Stephenson.	Stephen[illegible]
Châssis.	Epaisseur des longerons . . . mètres.	»	»	»
	Ecartement intérieur des longerons . . . —	»	»	»
Roues.	Nombre total des roues . . .	10	8	[illegible]
	Nombre des roues accouplées . . .	4	4	[illegible]
	Empattement rigide . . . mètres.	2,21	2,59	2,[illegible]
	Empattement total . . . —	8,052	7,188	7,[illegible]
	Diamètre des roues motrices au contact . . . —	2,14	1,905	1,[illegible]
	Diamètre des roues de support au contact . . . —	0,914	0,914	0,[illegible]
	Disposition spéciale pour le passage des courbes . . .	Bogie.	Bogie.	Bogie.
Poids.	Total de la machine en ordre de marche . . . kilogrammes.	63 958	56 949	[illegible]
	Adhérent . . . —	36 288	35 368	[illegible]
Tender.	Poids de l'eau . . . kilogrammes.	14 100	17 200	[illegible]
	Poids du combustible . . . —	»	7 257	[illegible]
	Nombre de roues . . .	8	8	[illegible]
	Diamètre des roues . . . mètres.	0,914	0,914	0,[illegible]
	Empattement total . . . —	»	4,825	»
	Poids en charge complète . . . kilogrammes.	»	»	»

\ QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

INIS (*Suite*).

CHICAGO BURLINGTON AND QUINCY	CHICAGO BURLINGTON AND QUINCY	DELAWARE LACKAWANNA AND WESTERN	LEHIGH VALLEY	CHICAGO AND GRAND TRUNK	CHICAGO MILLWAUKEE AND SAINT-PAUL	NEW-YORK LAKE ERIE AND WESTERN RR.	NEW-YORK LAK ERIE AND WESTERN RR.
—	—	—	—	—	—	—	—
Iachine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bissel à l'avant avec essieu porteur à l'arrière à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie avec essieu porteur à l'arrière à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à bogie à cylindres extérieurs.
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound à 4 cylindres Vauclain.	Ordinaire.	Ordinaire.
2,134	2,711	»	»	2,770	2,621	3,530	3,488
1,067	1,524	»	»	0,860	1,070	1,021	0,994
2,28	4,13	7,43	5,94	2,28	2,80	3,60	3,21
2,324	2,940	3,048	»	3,007	2,850	3,762	3,700
1,260	1,738	2,438	»	1,048	1,235	1,246	1,115
1,524	1,467	1,184	»	1,626	2,121	»	»
Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
1,422	1,457	1,422	»	1,524	1,524	1,448	1,473
0,013	0,0175	0,013	»	0,0143	»	»	0,0175
2,400	2,683	2,591	2,642	2,489	»	2,260	»
11,24	14,00	11,25	11,25	12,65	»	»	12,65
217	»	220	265	190	264	246	264
3,483	3,886	3,810	»	3,658	4,572	3,505	3,505
0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051
10,22	17,40	16,28	13,84	13,68	15,89	15,10	15,91
120,65	129,38	133,76	193,35	98,87	192,62	136,50	147,67
130,87	146,78	Grille à eau 9,73 159,77	207,19	112,55	208,51	151,60	163,58
0,457	0,483	0,495	0,483	0,457	HP 0,330 BP 0,559	0,483	0,483
0,610	0,660	0,610	0,660	0,610	0,660	0,610	0,610
1,930	2,159	»	2,108	»	»	2,060	»
ephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.
0,102	0,095	»	0,102	»	0,102	0,095	»
1,016	1,092	»	1,016	»	1,016	1,092	»
8	8	8	10	8	10	8	8
4	4	4	4	4	4	4	4
2,591	»	2,591	3,962	2,667	4,191	2,590	2,591
6,998	7,391	6,998	7,315	7,067	7,772	7,152	7,15
1,753	2,14	1,727	1,93	1,854	1,981	1,727	1,930
0,940	AR 1,276 AV 1,276	0,838	AR 1,397 Bogie. 0,914	0,864	AR 1,372 Bogie. 0,914	0,838	0,914
Bogie.	Bissel.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
45 360	62 323	53 600	64 000	54 629	63 822	54 200	60 578
29 938	38 827	36 000	»	36 206	32 478	37 400	40 937
12 300	16 200	»	16 300	12 600	18 200	»	18 200
6 804	6 096	»	5 588	10 160	6 500	»	9 144
»	»	»	»	»	»	»	»
0,914	0,914	0,838	0,914	0,787	0,838	0,914	0,914
»	4,820	»	4,700	4,650	4,540	4,903	»
33 566	»	»	»	»	»	34 720	»

LOCOMOTIVES A QUATRE ROUES ACCOUPLÉES

PROPORTION DE LA SURFACE DE CHAUFFE A L'AIRE ET A LA CAPACITÉ DES CYLINDRES[1]

COMPAGNIES	SURFACE des 2 cylindres en centimètres carrés.	CAPACITÉ des 2 cylindres en centimètres cubes.	RAPPORT de la surface de chauffe totale à la surface des cylindres.	RAPPORT de la surface de chauffe totale à la capacité des cylindres, mètres carrés à décimètres cubes.	RAPPORT de la surface de chauffe de la boite à feu à celle des tubes.	RAPPORT de l'aire de la grille à la surface de chauffe totale.	EFFORT de traction en kilogrammes.	RAPPORT de l'effort de traction au poids sur les roues motrices.
Machines à simple expansion.								
Chemin de fer de l'État français	3,040.0	197,539	3·99 à 1	1 à 1·62	1 à 11·5	1 à 63·7	5,650	1 à 5·11
Paris-Lyon-Méditerranée	3,923.9	243,225	3·60 —	— 1·72	— 12·48	— 63·2	5,947	— 5·13
Paris-Orléans	3,040.0	212,753	5·7 —	— 1·38	— 9·85	— 68·4	5,720	— 5·23
Ouest français	3,322.6	219,200	3·66 —	— 1·80	— 11·1	— 67·3	5,245	— 5·23
Est français	3,468.4	228,818	4·85 —	— 1 36	— 11·37	— 69·6	5,833	— 5·72
État belge	3,923.9	235,352	3·17 —	— 1·89	— 8·97	— 26·5	5,165	— 5·11
Lancashire and Yorkshire	3,282.6	216,727	3 44 —	— 1·91	— 10·3	— 64·9	4,919	— 6·4
Lancashire and Yorkshire	3,282.6	216,727	3 47 —	— 1·90	— 10·41	— 65·54	5,944	— 5·04
Midland	3,282.6	216,727	3·57 —	— 1·85	— 10·44	— 72·0	5,095	— 5·6
Manchester, Sheffield and Lincolnshire	3,282.6	216,727	3·61 —	— 1·82	— 11 9	— 67·8	5,284	— 6·16
London and South Western	3,658.1	211,518	3·47 —	— 1·90	— 10·2	— 76·0	6,136	— 5·02
South Eastern	3,658.1	241,518	2·49 —	— 2·65	— 8·5	— 58·7	5,321	— 5·5
Great Eastern	3,282.6	200,056	3·44 —	— 1·76	— 11·0	— 67·6	4,724	— 5·9
London, Brighton and South Coast	3,374.2	222,776	4 10 —	— 1·61	— 12·1	— 72·2	5,287	— 5·44
North Eastern	3,658.1	241,518	3·31 —	— 1·94	— 10·0	— 68 4	5,610	— 6·2
Furness	2,929.0	178,509	3 31 —	— 1·85	— 11·1	— 72·8	4,568	— 5·6
London, Chatham and Dover	3,282.6	216,727	3·14 —	— 2·10	— 9·09	— 65·3	5,192	— 5·71
Caledonian	3,282.6	216,727	3·36 —	— 1 97	— 9·51	— 60·7	5,487	— 5 66
Glasgow and South Western	3,374.2	222,776	3·31 —	— 1·99	— 9·86	— 67·0	5,059	— 6·19
North British	3,282.6	216,727	3·57 —	— 1·85	— 9·7	— 63·1	5,144	— 6·11
Highland	3,282.6	200,053	3·51 —	— 1·73	— 9·8	— 65·9	5,232	— 5·73
Great North of Scotland	3,282.6	216,727	3·41 —	— 1·93	— 9·63	— 67·0	6,046	— 4·96
Great South and Western Ireland	3,282.6	200,053	2·95	— 2·5	— 8·35	— 55·7	4,687	— 5·33
Great Northern Ireland	2,929.0	178,509	3·88 —	— 1·73	— 9·92	— 67·8	4,181	— 6·56

Sud de l'Italie	[illegible]	[illegible]	[illegible]	— 2·6	— 9·42	— 50·4	5,229	— 6·48
Méditerranée (Italie)	3,250.3	194,953	3·8 —	— 1·94	— 11·2	— 49·66	4,678	— 6·09
État austro-hongrois	3,178.1	196,994	3·18 —	— 1·93	— 9·13	— 43·1	4,744	— 6·21
Nord autrichien (Kaiser Ferdinand)	3,332.6	215,908	3·96 —	— 1·14	— 12·04	— 57·2	4,573	— 5·84
Sud de l'Autriche	2,969.0	187,580	4·32 —	— 1·45	— 14·1	— 62·3	5,177	— 5·33
État prussien	2,834.8	186,416	4·64 —	— 1·42	— 14·3	— 56·6	5,434	— 5·1
Hollandais	3,322.6	160,881	3·4 —	— 2·17	— 9·35	— 46·2	4,733	— 5·92
Gothard	3,282.6	216,727	3·48 —	— 1·89	— 10·65	— 56·1	4,954	— 5·89
Medina del Campo, Espagne	2,638.7	160,881	4·6 —	— 1·50	— 12·76	— 66·3	4,753	— 6·58
État roumain	2,638.7	158,270	3·46 —	— 1·49	— 12·56	— 80·3	3,432	— 5·9
État roumain	2,903.2	188,658	4·71 —	— 1·38	— 12·5	— 61·1	4,361	— 6·3
État serbe	3,040.0	185,272	3·6 —	— 1·66	— 10·6	— 54·0	4,334	— 6·12
East Indian	2,903.2	188,658	4·65 —	— 1·40	— 11·27	— 55·4	5,162	— 4·84
Great Indian Peninsular	3,282.6	216,727	3·54 —	— 1·86	— 9·86	— 52·6	5,451	— 5·4
New-York Central and Hudson Railroad	3,282.6	216,727	3·15 —	— 2·10	— 10·5	— 55·7	5,671	— 5·0
New-York Central and Hudson Railroad	3,658.1	222,940	4·90 —	— 1·24	— 7·28	— 62·9	6,078	— 6·27
Chicago, Burl. and Quincy	3,658.1	222,940	4·62 —	— 1·32	— 11·07	— 66·8	5,996	— 5·97
Baltimore and Ohio	3,282.6	200,056	3·49 —	— 1·53	— 11·8	— 57·5	5,725	— 5·23
Pennsylvania	4,053.0	247,003	3·87 —	— 1·57	— 10·7	— 67·7	6,448	— 5·42
	3,658.1	222,940	4·61 —	— 1·32	— 11·6	— 69·3	6,349	— 5·82
Machines compound.								
Paris-Lyon-Méditerranée	6,387.1	395,748	2·30 —	— 2·68	— 13·2	— 63·47	7,498	— 4·02
Nord français	6,229.0	397,026	2·49 —	— 2·56	— 13·32	— 77·7	6,832	— 4·47
London and North-Western	6,810.0	416,862	2·04 —	— 2·98	— 11·48	— 73·45	7,060	— 4·46
North Eastern	5,998.7	396,055	2·07 —	— 3·18	— 10·08	— 68·4	7,770	— 4·42
Belfast and North Counties	4,035.5	245,942	2·25 —	— 2·70	— 10·95	— 67·6	4,606	— 5·5
Philadelphia and Reading	6,616.8	403,258	2·02 —	— 3·03	— 7·28	— 18·87	5,944	— 5·95
« Columbia »	6,616.8	436,863	2·07 —	— 3·25	— 10·54	— 60·16	5,962	— 6·14
Baltimore and Ohio	7,206.4	439,195	2·17 —	— 2·79	— 10·36	— 68·4	6,411	— 5·55
Central of New-Jersey	6,616.8	403,258	2·40 —	— 2·56	— 8·26	— 44·44	5,944	— 6·4
État prussien	5,290.3	317,312	2·62 —	— 2·28	— 14·45	— 61·3	5,620	— 5·25
État norvégien	3,936.8	239,926	2·35 —	— 2·62	— 11·9	— 71·0	4,716	— 4·5
Sud-Ouest russe	5,638.1	338,053	2·16 —	— 2·78	— 11·1	— 65·2	5,196	— 5·0

[1] D'après M. Aspinall. *Locomotives des trains à grande vitesse.* Rapport au Congrès international des chemins de fer, cinquième session (1895).

III. — MACHINES POUR TRAINS RAPIDES ET LOUR

FRA

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		OUEST	NORD	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE
		—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à adhérence totale, à cylindres intérieurs.	Machine à 6 roues accouplées avec essieu porteur à l'arrière à cylindres extérieurs
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
N^os de séries		2301-2303	3473-3572	3001-3140
Grille.	Longueur	mètres.	2,570	2,273	2,217
	Largeur	—	1,000	1,020	1,000
	Surface	mètres carrés.	2,57	2,31	2,217
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	2,770	»	2,400
	Largeur extérieure	—	»	»	1,430
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,700	1,580	1,815
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,534	1,236	1,400
	Epaisseur de la tôle	—	0,015	0,0145	0,0145
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,385	2,152	2,050
	Timbre	kilogrammes.	12	10	10
Tubes.	Nombre		112	202	200
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	4,000	3,500	5,025
	Diamètre extérieur	—	0,070	0,045	0,050
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	12,87	9,37	10,44
	Des tubes	—	151	88,82	145,22
	Totale	—	163,87	98,19	155,66
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,510	0,480	0,540
	Course des pistons	—	0,660	0,610	0,650
	Entre-axe des cylindres	—	2,080	0,712	2,100
	Système de distribution		Walschaërt.	Stephenson.	Allan.
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,030	»	0,050
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,240	»	1,220
Roues.	Nombre total des roues		10	6	8
	Nombre des roues accouplées		6	6	6
	Empattement rigide	mètres.	4,700	4,100	3,550
	Empattement total	—	8,450	4,100	5,750
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,650	1,664	1,500
	Diamètre des roues de support au contact	—	0,930	»	AR 1,200
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		Bogie.	»	Plans inclinés
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	»	36400	46276
	De la machine en ordre de marche	—	60000	40100	52070
	Adhérent	—	45000	40100	42300
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	18000	10000	»
	Poids du combustible	—	7000	3500	»
	Nombre de roues		8	4	»
	Diamètre des roues	mètres.	0,960	1,2475	»
	Empattement total	—	5,200	3,000	»
	Poids en charge complète	kilogrammes.	»	25450	»

DS ET POUR TRAINS DE MARCHANDISES ACCÉLÉRÉS

NCE

PARIS-LYON MÉDITERRANÉE	PARIS-ORLÉANS	PARIS-ORLÉANS	PARIS-ORLÉANS	ÉTAT	MIDI	MIDI	MIDI
—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à 8 roues accouplées. Compound à 4 cylindres.	Machine à 6 roues accouplées à adhérence totale à cylindres extérieurs. Ordinaire.	Machine à 6 roues accouplées à adhérence totale à cylindres extérieurs. Ordinaire.	Machine à 8 roues dont 6 accouplées à cylindres extérieurs. Ordinaire.	Machine à 6 roues accouplées. à adhérence totale à cylindres extérieurs. Ordinaire.	Machine à 6 roues accouplées à bogie. Compound à 4 cylindres.	Machine à 6 roues accouplées à bogie. Compound à 4 cylindres.	Machine à 6 roues accouplées à adhérence totale. Ordinaire.
3211-3362	1566-1575	1586-1605	1825-1831	3550-3569	1401	1301-1302	801-888
2,327	1,545	1,505	1,710	1,371	2,435	2,435	»
1,019	0,980	0,980	1,018	1,015	1,013	1,013	»
2,37	1,51	1,47	1,74	1,35	2,46	2,46	1,46
2,510	»	»	»	»	2,600	2,600	»
1,430	»	»	»	»	1,360	1,360	»
1,765	1,580	1,580	1,815	»	1,840	1,840	»
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,400	1,250	1,250	1,500	»	1,380	1,380	1,370
0,015	0,0125	0,0135	0,013	»	0,016	0,016	0,014
2,260	1,957	1,957	2,150	1,955	2,345	2,420	»
15	8,5	9	11	9	14	14	8,5
139	187	185	246	»	111	111	223
3,000	4,957	4,952	4,389	4,295	4,100	4,100	4,455
0,065	0,048	0,048	0,048	»	0,070	0,070	0,048
9,98	9,60	9,50	11,80	7,53	12,41	12,41	8,36
143,28	139,80	138,28	162,85	94,62	100,07	100,07	149,82
153,26	149,40	147,78	174,65	102,15	112,48	112,48	158,18
HP 0,360 BP 0,590	0,480	0,480	0,480	0,470	HP 0,350 BP 0,550	HP 0,350 BP 0,550	0,450
0,650	0,600	0,600	0,600	0,600	0,640	0,640	0,650
HP 0,500 BP 2,100	2,143	2,143	2,143	»	HP 2,160 BP 0,590	HP 2,160 BP 0,590	2,106
Walschaërt.	Gooch.	Gooch.	Stephenson.	Gooch.	Walschaërt.	Walschaërt.	Stephenson.
0,025	0,026	0,026	0,030	»	0,028	0,028	
1,230	1,230	1,230	1,243	»	1,240	1,240	0,028 1,230
8	6	6	8	6	10	10	
8	6	6	6	6	6	6	6
5,730	3,700	3,700	3,460	3,400	3,900	3,900	6
5,730	3,700	3,700	5,800	3,400	7,600	7,600	3,600
1,500	1,600	1,600	1,500	1,510	1,600	1,750	3,600
»	»	»	»	»	0,850	0,850	1,610
»	»	»	Plans inclinés.	»	Bogie.	Bogie.	»
49870	35000	36780	46150	30270	52300	52300	»
53700	38810	40700	51500	33900	57500	57500	37500
53700	38810	40700	39100	33900	40700	41700	37500
»	6000	6000	6000	»	9000	9000	»
»	5325	5325	5325	»	3000	3000	»
»	4	4	4	»	4	4	4
»	1,100	1,100	1,100	»	1,230	1,230	1,000
»	2,600	2,600	2,600	»	2,700	2,700	2,500
»	20275	20760	20760	»	24400	24400	19,550

III. — MACHINES POUR TRAINS RAPIDES ET LOURDS

EUR

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE			HIGHLAND Ry	ÉTAT BELG
			—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE			Machine à 6 roues accouplées à bogie, à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées avec essieu porteur à l'avant, à cylindres intérieurs (Type [illegible]).
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound			Ordinaire.	Ordinaire.
Grille.	Longueur	mètres	2,15	2,290
	Largeur	—	»	2,800
	Surface	mètres carrés.	2,18	6,70
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	2,380	3,000
	Largeur extérieure en bas	—	»	2,800
	Hauteur du ciel à l'avant	—	»	»
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,420	1,400
	Epaisseur de la tôle	—	0,014	0,014
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—		2,370
	Timbre	kilogrammes.	12,30	10
Tubes.	Nombre		211	240
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	4,394	4,000
	Diamètre extérieur	—	0,050	0,050
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	10,50	15,00
	Des tubes	—	144,83	140,00
	Totale	—	155,33	155,00
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,508	0,500
	Course des pistons	—	0,660	0,600
	Entre-axe des cylindres	—	»	0,370
	Système de distribution		Stephenson.	Walschaert
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,032	»
	Ecartement intérieur des longerons	—	»	»
Roues.	Nombre total des roues		10	8
	Nombre des roues accouplées		6	6
	Empattement rigide	mètres.	4,038	4,300
	Empattement total	—	7,620	6,650
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,613	1,700
	Diamètre des roues de support au contact	—	0,978	»
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		Bogie.	»
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	»	47 400
	Total de la machine en ordre de marche	—	56 000	52 500
	Adhérent	—	42 000	40 900
Tender.	Poids — De l'eau	kilogrammes.	12 600	»
	Poids — Du combustible	—	5 000	»
	Nombre de roues		6	»
	Diamètre des roues	mètres.	»	»
	Empattement total des roues	—	»	»
	Poids en charge complète	kilogrammes.	»	»

ET POUR TRAINS DE MARCHANDISES ACCÉLÉRÉS

OPE

ÉTAT BELGE	CENTRAL SUISSE	UNION SUISSE	GOTHARD	GOTHARD	MAFFEI	CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)
—	—	—	—	—	—	—
Machine à 6 roues accouplées avec essieu porteur à l'avant à cylindres intérieurs (Type 16). Ordinaire.	Machine à 6 roues accouplées avec bissel à l'avant, à cylindres extérieurs Ordinaire.	Machine à 6 roues accouplées avec bissel à l'avant, à cylindres extérieurs Compound à 2 cylindres.	Machine à 6 roues accouplées à bogie. à cylindres extérieurs Compound à 4 cylindres.	Machine à 6 roues accouplées à bogie, à cylindres extérieurs Compound à 3 cylindres.	Machine à 6 roues accouplées à bogie, à cylindres extérieurs Compound à 4 cylindres.	Machine à 6 roues accouplées à bogie. à cylindres extérieurs Ordinaire.
Partie large 2,250 — étroite 0,710	»	1,700	2,255	2,255	»	2,360
Partie large 2,660 — étroite 1,030	»	1,000	1,020	1,020	»	0,950
6,86	1,75	1,70	2,30	2,30	2,50	2,24
Partie large 2,834 — étroite 1,224	»	1,888	2,400	2,400	2,610	2,344
»	»	1,188	1,194	1,194	»	1,092
»	»	»	1,815	1,815	»	1,380
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,500	1,434	1,352	1,538	1,538	1,418	1,480
0,015	»	0,016	0,018	0,018	»	0,0155
2,530	2,100	2,140	2,300	2,300	2,450	2,200
12	12	12	14	14	13	10
164	200	184	244	244	194	203
4,050	4,200	4,440	4,000	4,000	4,100	4,497
0,070	0,046	»	0,045	0,045	0,052	0,052
13,58	8,30	8,60	12,30	12,30	9,80	10,60
146,06	122,40	130,00	138,00	138,00	118,70	149,20
159,64	130,70	138,60	150,30	150,30	128,50	159,80
0,530	0,480	HP 0,450 BP 0,640	HP 0,350 BP 0,530	HP 0,440 BP 0,480	HP 0,380 PB 0,610	0,470
0,650	0,660	0,650	0,600	0,600	0,660	0,620
0,600	»	2,090	HP 0,570 BP 2,080	2,030 (BP)	HP 0,960 BP »	2,080
Walschaërt.	Walschaërt.	Walschaërt.	Walschaërt.	Walschaërt.	Walschaërt.	Gooch.
»	»	0,030	0,030	0,030	»	0,028
»	»	1,230	1,260	1,260	»	»
8	8	8	10	10	10	10
6	6	6	6	6	6	6
4,465	4,200	3,520	3,520	3,520	3,700	3,950
6,965	6,650	6,000	7,470	7,470	7,940	7,350
1,700	1,550	1,600	1,600	1,600	1,640	1,675
»	0,850	0,960	0,850	0,850	0,850	0,840
issel à l'avant.	Bissel à l'avant.	Bissel à l'avant.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie à l'avant.
57 500	»	»	59 000	59 000	52 500	»
62 050	50 000	47 700	65 000	65 000	58 500	»
50 050	40 500	36 700	45 000	45 000	42 000	»
»	9 000	9 500	15 000	15 000	18 000	10 000
»	2 500	3 400	5 000	5 000	7 000	3 500
»	4	»	»	»	8	6
»	1,110	»	1,020	1,020	»	1,210
»	2,450	»	3,200	3,200	»	»
»	23 000	20 000	33 000	33 000	43 000	28 500

III. — MACHINES POUR TRAINS RAPIDES ET LOC

ÉTAT

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		NEW-YORK LAKE ERIE AND WESTERN —	NEW-YORK LAKE ERIE AND WESTERN —	NEW-YORK LAKE ERIE AND WESTERN —	NEW-YORK NEW-HAVEN AND HARTFORD —	MID CEN —
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs. (Classe O).	Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs. (Classe R')	Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à bissel à l'avant à cylindres extérieurs.	Ma
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound.		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	
Grille.	Longueur . . . . . mètres.	2,374	2,960	2,721	2,746	
	Largeur . . . . . —	1,029	1,740	1,020	1,022	
	Surface . . . . . mètres carrés.	2,44	5,15 (Wootten)	2,80	2,80	
Foyer.	Longueur extérieure . . . . . mètres.	2,594	3,175	2,930	2,970	
	Largeur extérieure. . . . . —	1,240	1,970	1,250	1,245	
	Hauteur du ciel à l'avant. . . . . —	»	»	»	1,740	
	Nature du métal.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier	
Corps cylindrique.	Diamètre moyen. . . . . mètres.	1,524	1,700	1,626	1,584	
	Epaisseur de la tôle . . . . . —	»	»	»	0,016	
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail . . . . —	2,399	2,630	2,650	2,650	
	Timbre . . . . . kilogrammes.	12,65	12,65	12,65	13,36	
Tubes.	Nombre	275	258	282	312	
	Longueur entre les plaques tubulaires . . mètres.	4,320	3,300	4,013	3,658	
	Diamètre extérieur. . . . . —	»	»	0,051	0,051	
Surface de chauffe.	Du foyer. . . . . mètres carrés.	15,75	20,40	»	15,27	
	Des tubes . . . . . —	176,10	138,90	»	180,85	
	Totale. . . . . —	191,85	159,30	»	196,12	
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres. . . . . mètres.	0,508	0,533	0,508	0,508	
	Course des pistons. . . . . —	0,610	0,660	0,660	0,711	
	Entre-axe des cylindres . . . . . —	2,150	»	»	»	
	Système de distribution	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson	Stephenson	
Châssis.	Epaisseur des longerons . . . . . mètres.	0,102	0,102	0,102	0,102	
	Ecartement intérieur des longerons. . . . —	1,041	1,041	1,041	1,041	
Roues.	Nombre total des roues.	10	10	10	8	
	Nombre des roues accouplées.	6	6	6	6	
	Empattement rigide . . . . . mètres.	4,115	3,660	4,115	4,623	
	Empattement total. . . . . —	8,356	6,963	7,366	7,086	
	Diamètre des roues motrices au contact . —	1,549	1,549	1,575	1,600	
	Diamètre des roues de support au contact. —	0,762	0,762	0,762	0,838	
	Disposition spéciale pour le passage des courbes[1]. .	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bissel.	
Poids.	De la machine à vide. . . . . kilogrammes.	»	»	»	»	
	Total de la machine en ordre de marche. —	57 900	62 720	65 659	65 409	
	Adhérent. . . . . —	44 100	50 720	49 000	56 383	
Tender.	Poids — De l'eau . . . . . kilogrammes.	11 800	11 800	»	18 000	
	Poids — Du combustible . . . . . —	8 000	8 000	»	7 724	
	Nombre de roues.	8	8	8	8	
	Diamètre des roues. . . . . mètres.	0,914	0,914	»	0,838	
	Empattement total . . . . . —	4,903	4,903	»	5,182	
	Poids en charge complète . . . . . kilogrammes.	34 720	34 720	38 555	47 675	

[1] Dans la plupart de ces machines on a supprimé les boudins des roues motrices ou des roues accouplées avant.

)S ET POUR TRAINS DE MARCHANDISES ACCÉLÉRÉS
,UNIS

LAKE SHORE AND MICHIGAN SOUTHERN	GREAT NORTHERN	CHICAGO AND NORTH WESTERN	CANADIAN PACIFIC	CHICAGO MILWAUKEE AND SAINT-PAUL	BALTIMORE AND OHIO	SOUTHERN PACIFIC	BURLINGTON CEDAR RAPIDS AND NORTHERN	BALDWIN	PENSYLVANIA	NEW-YORK LAKE ERIE AND WESTERN	NEW-YORK LAKE ERIE AND WESTERN
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à bogie avec bissel à l'arrière. Compound à 2 cylindres.	Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à bogie à cylindres extérieurs.	Machine à 6 roues accouplées à bissel à l'avant.	Machine à 6 roues accouplées à bissel à l'avant à cylindres extérieurs. Compound à 2 cylindres système von Borries.	Machine à 6 roues accouplées à bissel à l'avant à cylindres extérieurs. (Classe E)	Machine à 6 roues accouplées à bissel à l'avant à cylindres extérieurs. (Classe N)
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.		Ordinaire.	Ordinaire.
2,438	2,870	1,973	2,627	3,048	3,050	2,438	2,743	1,878	2,743	2,946	2,960
1,067	0,813	0,838	0,889	0,848	1,041	1,067	0,825	0,873	1,016	0,890	1,740
2,60	2,35	1,65	2,36	2,58	3,17	2,61	2,26	1,64	2,78	2,63	5,15
2,650	3,090	2,195	2,854	3,266	3,255	2,651	2,960	2,090	2,996	3,197	3,175
1,278	1,026	1,057	1,110	1,060	1,260	1,250	1,052	1,075	1,267	1,120	1,970
1,530	1,664	2,134	1,810	2,000	1,475	1,575	»	1,880	»	»	»
Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
1,321	1,524	1,524	1,473	1,600	1,524	1,527	1,473	1,530	1,575	1,397	1,486
0,013	0,014	0,014	0,014	0,016	0,016	0,014	»	0,145	»	»	»
2,324	2,464	2,400	2,380	2,718	2,743	2,503	»	2,095	1,956	2,120	2,571
12,65	12,65	11,95	12,65	14,06	13,40	12,65	12,65	11,24	14,00	12,65	12,65
202	202	268	155	272	231	268	224	246	279	213	336
4,186	4,190	3,785	3,915	3,876	4,460	3,796	3,837	3,480	3,574	3,569	2,892
0,051	0,057	0,051	0,063	0,051	0,057	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051
13,10	14,12	15,24	13,41	18,95	19,20	»	15,78	12,77	»	14,10	16,90
135,82	152,91	152,57	120,85	147,15	185,80	»	136,10	136,56	»	120,10	140,30
148,92	167,03	167,81	134,26	166,10	205,00	»	151,88	149,33	»	134,20	157,20
0,430	0,483	0,483	0,483	HP 0,533 BP 0,787	0,533	0,508	0,457	0,483	HP 0,508 BP 6,730	0,457	0,508
0,610	0,660	0,610	0,618	0,660	0,660	0,660	0,660	0,610	0,711	0,610	0,610
2,134	2,184	2,134	2,184	2,159	2,184	2,159	2,154	2,135	2,235	2,154	2,060
Stephenson	Stephenson.	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson
0,095	0,095	0,100	0,095	0,102	0,102	0,110	0,102	0,102	0,110	0,102	0,102
1,073	1,073	1,085	1,105	1,092	1,041	1,092	1,110	1,110	1,067	1,041	1,041
10	10	10	10	12	10	10	10	8	8	8	8
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
4,591	4,420	4,543	4,038	4,115	4,166	3,707	4,267	4,699	4,419	4,580	4,580
7,658	7,620	7,696	6,960	9,074	7,470	6,908	7,416	7,165	7,111	6,929	6,929
1,727	1,829	1,702	1,753	1,981	1,980	1,600	1,753	1,422	1,575	1,729	1,727
0,838	0,838	0,838	0,762	AR 1,067 Bogie 0,838	0,840	0,762	0,840	0,762	Bissel 0,838	Bissel 0,914	Bissel 0,914
Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie à l'avant. Bissel à l'arrière	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bissel.	Bissel.	Bissel.	Bissel.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
51 460	62 570	58 490	56 670	68 000	»	71 504	62 143	49 940	62 597	46 890	53 830
40 130	50 330	43 530	44 430	40 800	»	48 082	48 989	41 410	36 288	39 850	45 630
12 600	13 500	13 500	13 000	13 400	14 000	16 200	16 170	12 000	14 500	12 000	11 800
5 440	7 250	6 350	9 070	5 400	6 000	5 000	»	5 670	»	8 000	8 000
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
0,914	0,838	0,838	1,016	0,838	0,914	0,838	0,838	0,838	1,067	0,914	0,914
»	»	»	»	»	»	»	»	4,700	4,763	4,903	4,903
32 400	34 000	36 410	39 900	35 900	»	36 742	29 030	32 998	»	34 720	34 720

IV. — MACHINES A MARCHAN

FRA

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		OUEST	NORD	EST
		—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres intérieurs. Type Mammouth.	Machine à cylindres extérieurs.
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
Série		2245 à 2269	3606 à 3620 3768 à 3787	0,250 à 478 transformées
Grille.	Longueur	mètres.	1,470	1,700	1,332
	Largeur	—	1,014	0,960	0,960
	Surface	mètres carrés.	1,48	1,63	1,30
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	1,650	»	»
	Longueur intérieure	—	1,190	»	»
	Hauteur du ciel à l'avant	—	»	1,450	1,725
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,398	1,213	1,320
	Epaisseur de la tôle	—	»	0,014	0,015
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,100	2,1095	1,960
	Timbre	kilogrammes.	10	10	9
Tubes.	Nombre		193	148	172
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	4,345	3,500	4,100
	Diamètre extérieur	—	0,0443	0,045	0,047
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	8,40	7,04	7,30
	Des tubes	—	116,72	65,07	102,74
	Totale	—	125,12	72,11	110,04
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,460	0,400	0,450
	Course des pistons	—	0,640	0,610	0,660
	Entre-axe des cylindres	—	2,040	0,750	2,020
	Système de distribution		Walschaërt.	Stephenson.	Stephenson
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,028	»	0,027
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,234	»	1,238
Roues.	Nombre total des roues		6	6	6
	Nombre des roues accouplées		6	6	6
	Empattement rigide	mètres.	3,700	3,600	3,500
	Empattement total	—	3,700	3,600	3,500
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,410	1,439	1,400
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	»	»
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	33 900	26 400	30 607
	De la machine en ordre de marche	—	38 000	29 400	34 510
	Adhérent	—	38 000	29 400	34 510
Tender.	Poids — De l'eau	kilogrammes.	»	7 000	»
	Poids — Du combustible	—	»	3 000	»
	Nombre de roues		4	4	»
	Diamètre des roues	mètres.	»	1,040	»
	Empattement total	—	»	2,500	»
	Poids en charge complète	kilogrammes.	»	19 500	»

)ISES A SIX ROUES ACCOUPLÉES

ICE

EST	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE	PARIS-ORLÉANS	PARIS-ORLÉANS	ÉTAT	MIDI	MIDI
—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à cylindres intérieurs.	Machine à cylindres extérieurs. (Type Bourbonnais).	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres intérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
3001 à 3015	1513 à 2457	3001 à 3140	658-791	942 à 996 et 601 à 640	3139 à 3158	801 à 888	1551-1560
2,510	1,340	2,217	1,324	1,440	1,370	»	»
1,030	1,001	1,000	1,050	0,985	1,014	»	»
2,39	1,34	2,22	1,3902	1,4784	1,39	1,46	1,35
2,700	1,520	2,400	»	»	»	»	»
1,227	1,386	1,430	»	»	»	»	»
1,715	1,520	1,815	1,610	1,650	»	»	»
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,430	1,357	1,400	1,274	1,380	»	1,370	1,330
0,0145	0,0145	0,0145	0,0165	0,0135	»	0,014	0,015
2,275	1,830	2,050	1,868	1,960	1,850	»	»
13	10	10	15	8	9	8,5	8,5
190	177	200	195	206	»	223	197
3,900	4,252	5,025	4,222	4,390	4,200	4,455	4,247
0,0487	0,050	0,050	0,048	0,048	»	0,048	0,050
11,70	7,15	10,44	9,76	9,79	7,33	8,36	7,87
103,61	108,76	145,22	124,15	138	106,60	149,82	131,58
115,31	115,91	155,66	133,91	147,79	113,93	158,18	139,45
0,470	0,450	0,540	0,420	0,480	0,450	0,450	0,450
0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
0,930	2,090	2,100	0,790	2,090	»	2,106	2,090
tephenson.	Stephenson.	Allan.	Gooch.	Gooch.	Allan.	Stephenson.	Stephenson.
0,030	0,028	0,030	0,030	0,028	»	0,028	0,028
1,810	1,230	1,220	1,770	1,230	»	1,230	1,230
6	6	8	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6
3,220	3,370	3,530	3,660	3,430	3,370	3,600	3,370
4,220	3,370	5,730	3,660	3,430	3,370	3,600	3,370
1,400	1,300	1,500	1,350	1,350	1,320	1,610	1,320
»	»	»	»	»	»	»	»
42 571	31 220	46 270	35 210	34 400	31 800	»	»
48 619	35 380	52 070	38 545	38 650	36 400	37 500	33 900
48 619	35 380	42 300	38 545	38 650	36 400	37 500	33 900
»	»	»	5 600	6 000	6 500	»	»
»	»	»	2 125	3 325	4 500	»	»
»	»	»	4	4	4	4	4
»	»	»	1,000	1,100	1,120	»	»
»	»	»	2,500	2,600	2,650	2,500	2,500
»	»	»	18 600	20 400	21 700	19 550	20 300

IV. — MACHINES A MARCHA

ANGLETERRE, BELGIQUE, SUISS

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE			LANCASHIRE AND YORKSHIRE	GREAT WESTERN	ÉTAT BELGE	ÉTAT BELG
			—	—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE			Machine à cylindres intérieurs.	Machine à cylindres intérieurs.	Machine à cylindres intérieurs. (Type 29).	Machine à cylindres intérieurs. (Type
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound			Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordi
Grille.	Longueur	mètres.	1,641	1,422	2,625	[illegible]
	Largeur	—	1,067	1,016	1,055	[illegible]
	Surface	mètres carrés.	1,75	1,60	2,76	[illegible]
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	1,830	1,626	2,910	[illegible]
	Largeur extérieure	—	1,245	1,219	1,290	[illegible]
	Hauteur du ciel à l'avant	—	»	»	»	»
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,270	1,324	1,300	[illegible]
	Epaisseur de la tôle	—	0,013	»	0,013	[illegible]
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	--	2,311	2,280	1,925	[illegible]
	Timbre	kilogrammes.	11,25	11,25	9	[illegible]
Tubes.	Nombre		220	262	226	[illegible]
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,288	3,207	3,510	[illegible]
	Diamètre extérieur	—	0,045	0,045	0,045	[illegible]
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	10,00	10,01	10,92	[illegible]
	Des tubes	—	102,49	117,32	98,46	[illegible]
	Totale	—	112,49	127,33	109,38	[illegible]
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres	0,457	0,432	0,450	[illegible]
	Course des pistons	—	0,660	0,610	0,600	[illegible]
	Entre-axe des cylindres	--	0,584	»	0,500	[illegible]
	Système de distribution		Joy.	Stephenson.	Stephenson.	Walschaert
Chassis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,025	0,025	»	»
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,270	1,270	»	»
Roues.	Nombre total des roues		6	6	6	
	Nombre des roues accouplées		6	6	6	
	Empattement rigide	mètres.	4,780	4,724	4,000	[illegible]
	Empattement total	—	4,780	4,724	4,000	[illegible]
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,549	1,524	1,300	[illegible]
	Diamètre des roues de support au contact	—	»	»	»	»
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	»	»	»
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	38 060	38 000	31 800	[illegible]
	De la machine en ordre de marche	—	42 450	42 300	34 800	[illegible]
	Adhérent	—	42 450	42 300	34 800	[illegible]
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	8 177	13 631	»	»
	Poids du combustible	—	3 200	»	»	»
	Nombre de roues		6	6	»	»
	Diamètre des roues	mètres.	»	1,219	»	»
	Empattement total	—	3,200	4,572	»	»
	Poids en charge complète	kilogrammes.	26 540	»	»	

DISES A SIX ROUES ACCOUPLÉES

ALLEMAGNE, AUTRICHE, ÉTAT-UNIS

JURA SIMPLON	GOTHARD	ÉTAT PRUSSIEN	ÉTAT PRUSSIEN	ÉTAT AUTRICHIEN	PORTER AND C°	GREAT NORTHEN	CINCINNATI HAMILTON AND DAYTON	COLUMBIN AND TOLEDO	LAKE-SHORE AND MICHIGAN SOUTHERN	CHESA-PEAKE AND OHIO
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à adhérence totale à cylindres extérieurs.	Machine à bissel à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Type Mogul.	Type Mogul.	Type Ten-wheeler	Type Mogul.	Type Ten-wheeler.	Type Ten-wheeler.
Ordinaire.	Ordinaire.	Compound.	Ordinaire.	Compound à 2 cylindres.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound.	Compound.	Ordinaire.
1,790	1,802	1,480	2,250	»	1,390	2,489	2,438	2,743	2,438	1,947
1,013	1,010	1,030	1,020	»	0,930	0,813	0,873	0,822	0,877	0,851
1,80	1,82	1,53	2,30	1,80	1,35	2,02	2,13	2,25	2,14	1,6536
1,970	»	»	2,200	1,708	»	2,500	2,657	2,962	2,670	2,180
1,201	1,210	»	1,220	»	»	1,050	1,050	1,064	1,098	1,060
»	1,500	1,350	1,710	»	1,280	1,600	»	»	»	2,158
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
1,500	1,450	1,350	1,500	1,350	0,998	1,473	1,473	1,702	1,320	1,448
0,0165	0,017	0,015	0,016	0,015	0,0095	0,013 et 0,016	0,013	0,014	0,0113	0,013
2,200	»	1,980	2,170	1,995	1,518	2,172	2,180	2,140	»	4,369
10	12	»	»	12	9,85	12,65	11,24	12,65	12,65	10,5
220	205	182	221	186	100	212	220	232	186	223
4,010	3,900	4,450	4,124	4,165	2,725	3,380	3,760	3,315	3,660	3,905
»	»	0,050	0,050	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051	0,051
»	»	7,70	10,85	»	6,60	12,45	12,36	14,96	10,45	14,86
»	»	113,30	128,80	»	43,66	114,50	130,80	121,79	108,52	135,45
150,20	134,23	121,00	139,65	120	53,26	126,95	143,16	136,75	118,97	150,31
0,480	0,480	HP 0,460 BP 0,650	0,450	HP 0,500 BP 0,740	0,356	0,482	0,457	HP 0,483 BP 0,737	HP 0,457 BP 0,724	0,483
0,650	0,640	0,630	0,630	0,632	0,508	0,610	0,610	0,660	0,610	0,610
2,080	»	2,030	2,030	»	2,050	2,185	2,185	2,235	»	»
Walschaërt.	Walschaërt.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.
»	0,030	0,025	0,025	»	0,082	0,095	»	0,090	0,090	0,102
»	1,240	1,240	1,240	»	»	1,073 Stephenson.	» Stephenson.	1,073	1,073	1,090
6	6	6	8	6	8	8	10	8	10	10
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3,700	3,770	3,400	4,000	3,160	3,710	4,270	3,625	4,013	2,438	4,343
3,700	3,770	3,400	6,280	3,160	5,540	6,255	6,400	6,350	7,048	7,594
1,330	1,330	1,330	1,350	1,290	1,118	1,397	1,422	1,422	1,422	1,448
»	»	»	1,000	»	0,660	0,762	0,711	0,711	0,711	0,711
»	»	»	Bissel.	»	Bissel.	Bissel.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
»	»	»	41 800	37 200	»	»	»	»	»	»
43 600	46 800	38 260	48 350	42 000	23 100	53 500	47 850	52 686	46 250	53 524
43 600	46 800	38 260	48 350	42 000	19 500	46 300	38 900	45 568	34 685	39 645
8 000	8 500	12 000	»	»	6 060	15 040	10 860	12 630	13 000	12 502
4 000	4 500	4 000	»	»	1 090	7 250	5 870	»	5 440	5 500
4	4	6	»	»	8	8	8	8	8	8
»	»	0,980	»	»	0,610	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838
»	2,700	3,300	»	»	3,760	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	12 830	34 000	28 340	32 554	»	31 752

V. — MACHINES POUR MARCHA

FR

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		NORD	NORD	EST
		—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
Série		4 801-4 970	4 046-4 075	0 501 à 0 525
Grille.	Longueur	mètres.	2,212	2,172	1,440
	Largeur	—	1,002	0,962	1,330
	Surface	mètres carrés.	2,21	2,08	1,92
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	»	»	1,620
	Largeur extérieure	—	»	»	1,532
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,415	1,585	1,674
	Nature du métal		»	»	»
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,485	1,484	1,500
	Epaisseur de la tôle	—	0,015	0,016	0,016
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,050	2,050	1,970
	Timbre	kilogrammes.	8,5	10	9
Tubes.	Nombre		240	199	203
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	4,100	4,097	5,285
	Diamètre extérieur	—	0,050	0,050	0,055
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	9,00	9,15	8,29
	Des tubes	—	138,96	115,23	176,11
	Totale	—	147,96	124,38	184,40
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,500	0,530	0,500
	Course des pistons	—	0,650	0,650	0,600
	Entre-axe des cylindres	—	2,100	2,100	2,040
	Système de distribution		Stephenson.	Stephenson.	Gooch.
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	»	»	0,050
	Ecartement intérieur des longerons	—	»	»	1,220
Roues.	Nombre total des roues		8	8	8
	Nombre des roues accouplées		8	8	8
	Empattement rigide	mètres.	4,250	4,250	3,950
	Empattement total	—	4,250	4,250	3,950
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,300	1,300	1,260
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	»	»
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	38 100	40 800	43 300
	De la machine en ordre de marche	—	44 000	46 530	49 056
	Adhérent		44 000	46 530	49 056
Tender.	Poids de l'eau	kilogrammes.	8 000	10 000	»
	Poids du combustible	—	3 500	3 500	»
	Nombre de roues		4	4	»
	Diamètre des roues	mètres.	1,089	1,089	»
	Empattement total	—	2,500	2,500	»
	Poids en charge complète	kilogrammes.	21 600	24 400	»

)ISES ET RAMPES A HUIT ROUES ACCOUPLÉES

ICE

PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE — Machine à cylindres extérieurs. Ordinaire.	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE — Machine à cylindres extérieurs. Compound.	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE — Machine à cylindres extérieurs. Compound.	PARIS-ORLÉANS — Machine à cylindres extérieurs. Ordinaire.	ÉTAT — Machine à cylindres extérieurs. Ordinaire.	MIDI — Machine à cylindres extérieurs. Ordinaire.	MIDI — Machine à cylindres extérieurs. Ordinaire.
4 201-4 205	4 301-4 302	4 501-4 510	1 179-1 258	4 001-4 040	751-760	2 001-2 040
1,535	2,169	2,017	1,700	1,536	»	»
1,35	1,007	1,018	0,985	»	»	»
2,08	2,18	2,05	1,6740	2,08	1,90	1,90
1,620	2,355	2,200	»	»	»	»
1,534	1,533	1,532	»	»	»	»
1,795	1,675	1,902	1,750	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»
1,500	1,500	1,500	1,500	»	1,500	1,540
0,017	0,016	0,016	0,0145	»	0,0155	0,017
1,990	2,260	2,260	2,010	1,990	»	»
10	15	15	8	9	8,5	9
245	247	184	242	»	211	217
5,360	4,150	2,995	5,110	5,360	5,195	4,900
0,050	0,050	0,065	0,050	»	0,053	0,053
9,71	10,36	11,30	11,52	9,64	10,23	10,85
189,77	146,72	190,20	194,27	187,41	182,50	177,03
199,48	157,68	201,50	205,79	197,05	192,73	187,88
0,540	HP 0,360 BP 0,540	HP 0,340 BP 0,520	0,520	0,540	0,500	0,540
0,660	0,650	0,650	0,650	0,660	0,650	0,610
2,100	HP 0,500 BP 2,100	HP 2,090 BP 0,600	2,143	»	2,100	2,100
Gooch.	Walschaërt.	»	Gooch.	Walschaërt.	Allan.	Stephenson.
0,030	0,030	0,028	0,028	»	0,030	0,031
1,210 1,630	1,220	1,230	1,230	»	1,220	1,218
8	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8	8
4,050	4,050	4,770	4,080	4,050	4,140	3,860
4,050	4,050	4,770	4,080	4,050	4,140	3,860
1,260	1,260	1,300	1,260	1,270	1,310	1,210
»	»	»	»	»	»	»
47 200	51 590	46 788	43 920	46 500	»	»
53 600	57 100	50 680	50 180	53 300	46 000	54 000
53 600	57 100	50 680	50 180	53 300	46 000	54 000
»	»	»	7 000	»	»	8 000
»	»	»	5 300	»	»	2 000
»	»	»	»	»	6	4
»	»	»	1,100	»	»	1,040
»	»	»	2,600	»	3,500	2,500
»	»	»	21 450	»	26 600	18 200

V. — MACHINES POUR MARCHANDIS

EUROPE, ÉTA

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		LONDON AND NORTH. WESTERN	GOTHARD	ÉTAT PRUSSIEN	ÉTAT PRUSSIEN	ÉTAT AUTRICHIEN	ITA BONGS
		—	—	—	—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à bissel. (Type Consolidation) à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machi à cy extéri
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Compound Webb.	Ordinaire.	Compound à 2 cylindres.	Compound à 2 cylindres.	Ordinaire.	Ordi
Grille.	Longueur. mètres.	1,903	2,125	»	»	»	2,
	Largeur. —	1,016	1,020	»	»	»	1,3
	Surface. mètres carrés.	1,933	2,15	2,25	2,30	2,30	2,
Foyer.	Longueur extérieure mètres.	2,083	»	»	2,200	»	2,
	Largeur extérieure —	1,194	»	»	1,200	»	1,
	Hauteur du ciel à l'avant —	»	1,435	»	1,345	»	1
	Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuiv
Corps cylindrique.	Diamètre moyen mètres.	1,270	1,535	1,500	1,600	1,422	1,
	Epaisseur de la tôle. —	0,013	0,0165	0,016	0,016	0,016	0,
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail. —	2,400	2,100	2,200	2,310	2,105	2,
	Timbre. kilogrammes.	12,25	10	12	14	11	1
Tubes.	Nombre	210	225	»	235	209	
	Longueur entre les plaques tubulaires. mètres.	4,115	4,200	4,100	4,100	5,100	»
	Diamètre extérieur —	0,048	0,050	»	0,050	0,051	
Surface de chauffe.	Du foyer mètres carrés.	10,66	9,50	10,56	10,80	»	12
	Des tubes —	127,67	148,50	133,59	133,20	»	1,5
	Totale —	138,33	158,00	144,15	144,00	165,00	16
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres mètres.	HP 0,381 BP 0,762	0,520	HP 0,520 BP 0,750	HP 0,530 BP 0,750	0,500	0,
	Course des pistons —	0,610	0,610	0,630	0,630	0,570	0,
	Entre-axe des cylindres. —	2,032	2,080	»	2,040	»	2,
	Système de distribution	Stephenson	Gooch.	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Step
Châssis.	Epaisseur des longerons. mètres.	0,025	0,035	0,030	0,026	»	
	Ecartement intérieur des longerons —	1,270	1,222	1,220	1,220	»	1,5
Roues.	Nombre total des roues.	8	8	6	10	8	»
	Nombre des roues accouplées.	8	8	6	8	8	8
	Empattement rigide. mètres.	5,258	3,900	»	4,100	3,900	4,
	Empattement total —	5,258	3,900	»	6,300	3,900	6,
	Diamètre des roues motrices au contact —	1,359	1,170	1,250	1,270	1,130	1,
	Diamètre des roues de support au contact. —	»	»	»	»	»	»
	Disposition spéciale pour le passage des courbes.	»	»	»	Bissel. Adams.	»	»
Poids.	De la machine à vide. kilogrammes.	»	44700	»	49700	48500	»
	De la machine en ordre de marche. —	49950	51700	»	56700	55100	5
	Adhérent. —	49950	51700	»	50550	55100	5
Tender.	Poids de l'eau. kilogrammes.	»	8500	»	»	»	12
	Poids du combustible. —	»	4500	»	»	»	2
	Nombre de roues.	»	4	»	»	»	»
	Diamètre des roues. mètres.	»	1120	»	»	»	1
	Empattement total —	»	2700	»	»	»	»
	Poids en charge complète. kilogrammes.	»	24300	»	»	»	1

ET RAMPES A HUIT ROUES ACCOUPLÉES

INIS, COLONIES

ÉTAT ROUMAIN	MÉRIDIONAUX (ITALIE)	NEW SOUTH WALES	ILLINOIS CENTRAL	GREAT NORTHERN	MOHAWK AND MALONE	ILLINOIS CENTRAL	BALTIMORE AND OHIO	GREAT NORTHERN	DULUTH AND ISON RANGE	NORTHERN PACIFIC	SAINT-LAURENCE AND ADIRONDACK
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Machine cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs.	Machine à cylindres extérieurs (Type Consolidation).	Machine à cylindres extérieurs (Type Consolidation).	Machine à cylindres extérieurs (Type Consolidation).	Machine à cylindres extérieurs (Type Consolidation).	Machine à cylindres extérieurs (Type Consolidation).	Machine à cylindres extérieurs (Type Consolidation).	Machine à cylindres extérieurs à bogie.	Machine à cylindres extérieurs à bogie.	Machine à cylindres extérieurs à bogie.	Machine à cylindres extérieurs à bogie.
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound.	Compound.	Compound.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound.	Ordinaire.
»	»	2,564	3,089	2,896	2,748	2,711	»	2,895	3,060	»	»
»	»	1,054	0,847	0,813	1,051	1,060	»	0,813	1,050	»	»
1,840	2,067	2,76	2,62	2,35	2,89	2,88	3,52	2,35	3,21	3,25	2,79
»	2,300	2,845	3,301	3,127	2,967	2,945	2,795	3,125	3,300	»	»
»	1,186	1,232	1,070	1,040	1,270	1,28	»	1,045	1,260	»	»
»	2,365	1,924	1,321	1,713	1,492	1,613	»	1,850	1,550	1,956	»
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Acier.	Acier.	Acier	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.	Acier.
1,380	1,534	1,600	1,575	1,600	1,575	1,492	1,626	1,727	1,829	1,829	1,695
»	0,017	0,014	0,015	0,014	0,013 0,014 0,016	0,013	0,014 et 0,016	0,016	0,016 et 0,0175	»	0,016 et 0,0175
1,994	2,150	2,237	2,394	2,388	2,335	»	»	2,450	2,500	»	2,477
10	»	11,2	11,6	12,65	12,65	12,65	13,00	12,65	12,65	14	12,6
190	241	302	236	204	301	194	»	250	280	332	324
4,970	4,250	4,180	3,607	3,530	3,632	4,146	4,496	4,190	4,090	4,267	3,810
0,045	0,050	0,048	0,051	0,057	0,051	0,063	0,057	0,057	0,057	0,057	0,051
10,01	11,36	15,42	15,60	16,45	15,63	15,67	16,95	17,84	17,62	20,50	»
14,09	160,88	188,77	135,08	151,88	174,47	158,82	201,05	189,12	205,55	253,00	»
64,10	172,24	204,19	150,68	168,33	190,10	174,49	218,00	206,96	223,17	273,50	»
0,500	0,530	0,533	0,523	HP 0,330 BP 0,559	HP 0,554 BP 0,813	HP 0,356 BP 0,600	0,559	0,508	0,559	HP 0,584 BP 0,863	0,533
0,630	0,660	0,660	0,610	0,660	0,660	0,610	0,711	0,660	0,660	0,762	0,660
»	2,070	2,134	2,185	2,184	2,198	2,185	2,210	2,197	2,185	»	2,210
phenson.	Stephenson	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson
»	»	0,0285	»	0,095	0,106	0,095	»	0,095	0,106	0,106	0,095
»	»	1,264	»	1,073	1,063	1,073	»	1,073	1,073	1,073	1,073
8	8	10	10	10	10	10	10	12	12	12	12
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
3,795	4,090	4,572	5,108	4,724	4,267	4,521	4,572	4,945	4,724	4,724	4,724
3,795	4,090	7,061	7,437	7,010	6,579	6,934	7,061	7,695	7,720	8,026	7,747
1,189	1,270	1,295	1,435	1,397	1,295	1,422	1,440	1,397	1,372	1,397	1,397
»	»	0,851	0,838	0,762	0,762	0,762	0,762	0,762	0,711	0,711	0,711
»	»	Bissel.	Bissel.	Bissel.	Bissel.	Bissel.	Bissel.	Bogie.	Bogie.	Bogie.	Bogie.
41 500	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
47 350	»	59 733	63 158	66 650	67 560	61 570	»	70 730	76 620	84 500	78 750
47 350	»	52 250	54 556	58 943	57 850	54 670	»	61 665	63 020	68 100	66 400
10 300	»	16 584	12 075	12 800	12 600	13 000	1 674	13 640	12 250	16 175	15 610
9 300	8 165	5 450	6 400	7 250	7 250	4 890	»	7 250	5 890	6 800	6 872
6	»	8	8	8	8	8	»	8	8	8	»
1,200	»	»	0,914	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	0,838	»
3,160	»	4,877	4,570	»	4,661	5,131	»	»	4,470	4,648	»
33 300	»	37 304	35 380	34 000	38 268	36 680	»	37 180	33 190	41 440	40 82[illegible]

VI. — LOCOMOTIVE

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		OUEST	OUEST	OUEST
		—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à cylindres intérieurs à 3 essieux dont 2 accouplés.	Machine à cylindres intérieurs à 6 roues accouplées.	Machine à cylindres extérieurs à 6 roues accouplées et à bogie
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
Série		1-150	3501-3535	3701-37[illegible]
Grille.	Longueur	mètres.	1,029	1,490	1,[illegible]
	Largeur	—	1,017	1,024	1,[illegible]
	Surface	mètres carrés.	1,04	1,28	1,[illegible]
Foyer.	Longueur extérieure	mètres	1,200	1,440	2,[illegible]
	Largeur extérieure	—	1,190	1,200	1,[illegible]
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,272	1,650	[illegible]
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	»	1,220	1,[illegible]
	Epaisseur de la tôle	—	»	0,015	[illegible]
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	1,795	2,165	2,[illegible]
	Timbre	kilogrammes.	9	10	12
Tubes.	Nombre		149	205	[illegible]
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,890	3,200	3,[illegible]
	Diamètre extérieur	—	0,050	0,043	0,[illegible]
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	5,79	7,60	[illegible]
	Des tubes	—	91,04	88,60	135,[illegible]
	Totale	—	96,83	96,20	141,[illegible]
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,420	0,430	0,[illegible]
	Course des pistons	—	0,560	0,600	0,[illegible]
	Entre-axe des cylindres	—	0,750	0,650	[illegible]
	Système de distribution		Stephenson.	Stephenson.	Walsch[illegible]
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,025	0,025	[illegible]
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,248	1,250	1,[illegible]
Roues.	Nombre total des roues		6	6	[illegible]
	Nombre des roues accouplées		4	6	[illegible]
	Empattement rigide	mètres.	3,440	4,450	1,[illegible]
	Empattement total	—	3,440	4,450	7,[illegible]
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,650	1,540	1,[illegible]
	Diamètre des roues de support au contact	—	1,110	»	[illegible]
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		»	»	Bogi[illegible]
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	29 770	33 100	[illegible]
	De la machine en ordre de marche	—	37 250	41 200	[illegible]
	Adhérent	—	26 100	41 200	[illegible]
	De l'eau	—	4 000	4 000	[illegible]
	Du combustible	—	1 000	1 200	[illegible]

T TENDERS DE BANLIEUE

CE

NORD	NORD	NORD	NORD	NORD	EST	ÉTAT	ÉTAT
—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à cylindres intérieurs 3 essieux dont 2 accouplés. Ordinaire.	Machine à cylindres extérieurs à 4 roues accouplées et à bogie. Ordinaire.	Machine à cylindres extérieurs à 6 roues accouplées avec bissel à l'arrière. Ordinaire.	Machine à cylindres intérieurs à 6 roues accouplées avec arrière-train articulé à l'arrière. Ordinaire.	Machine à cylindres extérieurs à 6 roues accouplées. (Type métropolitain.) Ordinaire.	Machine à cylindres intérieurs. à 4 essieux dont 3 accouplés. Ordinaire.	Locomotive-fourgon à cylindres extérieurs. Ordinaire.	Machine à cylindres extérieurs à 6 roues accouplées. Ordinaire.
2921-2950	2311-2323	3011-3049	3021-3075	3121-3122	705-742	0 221-0 230	0 306-0 310
1,530	1,632	1,700	2,273	1,794	2,285	-	1,495
1,000	0,964	0,952	1,020	0,966	0,991	-	1,040
1,53	1,57	1,61	2,31	1,73	2,26	0,84	1,44
-	-	-	-	-	2,459	-	-
-	-	-	-	-	1,189	-	-
1,270	-	1,410	1,580	1,250	1,628	-	-
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,112	1,300	1,255	1,236	1,480	1,300	-	-
0,012	0,014	0,014	0,0145	0,020	0,0145	-	-
2,157	2,102	2,119	2,152	2,115	2,150	-	-
8,5	10	10	10	14	12	12	9
83	198	183	201	231	245	-	-
3,400	3,100	3,500	3,500	3,676	4,400	-	3,575
0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,040	-	-
6,80	7,80	7,75	9,37	8	10,60	4,20	6,38
78,14	77,20	80,47	88,38	106,70	118,72	26,36	90,27
84,94	85,00	88,22	97,75	114,70	129,32	30,55	96,65
0,420	0,420	0,420	0,432	0,500	0,460	0,250	0,450
0,560	0,600	0,600	0,610	0,620	0,600	0,400	0,600
0,750	1,940	2,080	0,760	2,060	0,930	-	-
Stephenson.	Stephenson.	Walschaërt.	Stephenson.	Walschaërt.	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.
-	-	-	-	-	0,027	-	-
-	-	-	-	-	1,408	-	-
6	8	8	10	10	8	-	6
4	4	6	6	6	6	-	6
3,440	1,850	3,520	4,100	3,340	3,415	3,750	3,700
3,440	5,525	6,020	7,600	6,660	5,280	3,750	3,700
1,664	1,664	1,439	1,664	1,455	1,560	1,322	1,360
1,130	0,900	1,040	1,040	1,040	1,380	1,040	-
-	Bogie.	Bissel.	Arrière-train articulé.	Arrière-train articulé.	Essieu porteur avec plans inclinés.	-	-
25 950	33 700	34 000	43 800	49 500	47 255	20 300	29 500
34 400	42 800	44 900	54 600	59 900	60 027	24 800	38 000
22 000	24 880	34 000	35 050	45 000	45 236	24 800	-
-	-	-	5 000	5 000	5 220	2 200	-
-	-	-	2 400	2 500	3 000	1 050	-

VI. — LOCOMOTIVES

FRANCE E

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		PARIS-ORLÉANS	NORTH LONDON	GREAT NORTHERN
		—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à cylindres extérieurs à 6 roues accouplées.	Machine à cylindres extérieurs à 4 roues accouplées.	Machine à cylindres intérieurs à 8 roues dont 4 accouplées à l'avant
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion) ou compound		Ordinaire.	Ordinaire	Ordinaire.
Série		2618-2200	»	»
Grille.	Longueur	mètres.	1,910	1,321	»
	Largeur	—	1,010	1,170	»
	Surface	mètres carrés.	1,93	1,54	»
Foyer.	Longueur extérieure	mètres.	»	1,575	1,670
	Largeur extérieure	—	»	1,238	»
	Hauteur du ciel à l'avant	—	1,936	1,473	»
	Nature du métal		Cuivre.	Cuivre.	Cuivre
Corps cylindrique.	Diamètre moyen	mètres.	1,300	1,245	1,230
	Epaisseur de la tôle	—	0,016	»	»
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail	—	2,255	2,057	2,205
	Timbre	kilogrammes.	13	12,6	»
Tubes.	Nombre		209	186	»
	Longueur entre les plaques tubulaires	mètres.	3,750	3,070	3,075
	Diamètre extérieur	—	0,043	0,045	»
Surface de chauffe.	Du foyer	mètres carrés.	12,06	8,4539	8,98
	Des tubes	—	105,87	79,89	90,52
	Totale	—	117,93	88,3439	99,50
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres	mètres.	0,450	0,432	0,455
	Course des pistons	—	0,650	0,610	0,660
	Entre-axe des cylindres	—	0,980	»	»
	Système de distribution		Joy.	Stephenson.	Stephenson
Châssis.	Epaisseur des longerons	mètres.	0,025	»	»
	Ecartement intérieur des longerons	—	1,710	1,264	»
Roues.	Nombre total des roues		6	8	8
	Nombre des roues accouplées		6	4	4
	Empattement rigide	mètres.	4,550	2,438	2,205
	Empattement total	—	2,400	6,306	6,855
	Diamètre des roues motrices au contact	—	1,540	1,651	1,676
	Diamètre des roues de support au contact	—	»	0,851	»
	Disposition spéciale pour le passage des courbes		Plans inclinés	Bogie.	Bissel à l'arrière.
Poids.	De la machine à vide	kilogrammes.	40 000	»	»
	De la machine en ordre de marche	—	49 600	»	53 550
	Adhérent	—	49 600	»	35 300
	De l'eau	—	4 800	»	4 500
	Du combustible	—	1 900	»	3 000

TENDERS DE BANLIEUE

PAYS DIVERS (*Suite*).

MÉTROPOLITAIN DE LONDRES	LANCASHIRE AND YORKSHIRE	JURA SIMPLON	CENTRAL SUISSE	ÉTAT PRUSSIEN	ÉTAT PRUSSIEN	NORTHERN PACIFIC (BROOKS)	ELEVATED DE CHICAGO
—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à cylindres extérieurs à 4 roues accouplées. et à bogie.	Machine à cylindres intérieurs à 4 essieux dont 2 accouplés.	Machine à cylindres extérieurs à 4 roues accouplées.	Machine à cylindres extérieurs à 4 roues accouplées et à bogie.	Machine à cylindres extérieurs à 6 roues dont 4 accouplées.	Machine à cylindres extérieurs à 6 roues accouplées avec essieu radial à l'arrière.	Machine à cylindres extérieurs a 6 roues accouplées avec bogie à l'avant et à l'arrière.	Machine à cylindres extérieurs à 4 roues accouplées. et à bogie.
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound.
»	»	»	»	»	»	»	»
»	1,641	»	»	»	1,530	2,590	1,473
»	1,067	»	»	»	1,000	0,813	1,083
1,79	1.74	1,17	1,60	1,60	1,53	2,10	1,60
1,676	1,830	»	»	»	1,752	»	»
1,219	1,245	»	»	»	1,202	»	»
»	1,778	»	»	»	1,400	»	1,083
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Acier.	Acier.
1,320	1,270	1,200	1,300	1,222	1,291	1,473	1,718
»	0,013	»	»	0,014	0,0145	0,0127	0,011
2,172	2,273	2,000	2,150	1,900	1,990	»	»
10,50	11,25	10	12	12	10	12,65	12,65
202	220	156	182	»	162	250	188
3,228	3,353	3,200	3,570	3,600	4,400	3,375	1,981
0,041	0,045	0,045	0,046	»	0,050	0,051	0,038
8,26	10	5,400	8,250	»	7,26	15,49	7,14
82,78	103	70,52	94,750	»	100,50	134,90	68,54
91,04	113	75,92	103,00	90,00	107,76	150,39	75,68
0,432	0,457	0,400	0,420	0,420	0,430	0,457	HP 0,330 BP 0,533
0,660	0,660	0,610	0,620	»	0,630	0,610	0,457
»	0,584	»	»	»	2,030	»	»
Stephenson.	Joy.	Stephenson.	Walschaërt.	Allan.	Allan.	Stephenson.	Stephenson.
»	0,025	»	»	»	0,025	0,102	»
»	1,270	»	»	»	1,240	1,073	»
8	8	8	8	6	8	14	8
4	4	4	4	4	6	6	4
2,260	2,616	3,740	2,550	2,400	3,700	4,570	1,524
6,705	»	3,740	6,950	4,200	6,100	10,897	4,192
1,676	1,727	1,510	1,550	1,580	1,350	1,600	1,118
1,143	1,111	1,160	0,850	1,130	1,000	0,762	0,811
Bogie.	Essieux radiaux.	»	Bogie.	»	Essieu radial à l'arrière.	Bogie et pony truck.	Bogie.
»	4 580	27 400	37 000	»	40 000	»	»
50 800	56 000	35 000	48 000	42 000	53 000	75 296	27 260
»	31 700	35 000	28 900	2 800	44 900	46 266	19 524
4 545	5 930	3 750	5 500	»	6 000	9 100	»
1 500	2 000	1 400	2 000	»	1 500	4 300	»

VII. — LOCOMOTIVES-TENDERS POUR MARCHANDISES

FRANCE ET

RÉSEAU AUQUEL APPARTIENT LA LOCOMOTIVE		OUEST	NORD	NORD	NORD
		—	—	—	—
TYPE DE LA LOCOMOTIVE		Machine à 6 roues accouplées.	Machine à 6 roues accouplées.	Machine à 8 roues accouplées.	Machine à 8 roues accouplées.
Fonctionnement ordinaire (à simple expansion ou compound)		Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.
Série		1 011-1 114	3 931-3 966	4 426-4 445	4 561-4 651
Grille.	Longueur mètres.	1,089	1,260	2,000	1,[illegible]
	Largeur —	1,017	0,996	0,969	1,[illegible]
	Surface mètres carrés.	1,12	1,25	1,93	1,[illegible]
Foyer.	Longueur extérieure mètres.	1,265	»	»	»
	Largeur extérieure —	1,190	»	»	»
	Hauteur du ciel à l'avant —	1,322	1,145	1,385	1,[illegible]
	Nature du métal	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre
Corps cylindrique.	Diamètre moyen mètres.	1,030	1,103	1,385	1,[illegible]
	Epaisseur de la tôle —	»	1,013	0,015	0,[illegible]
	Hauteur de l'axe au-dessus du rail —	1,810	2,120	2,120	2,[illegible]
	Timbre kilogrammes.	8,5	8,5	10	8,[illegible]
Tubes.	Nombre	147	125	182	18[illegible]
	Longueur entre les plaques tubulaires mètres.	3,730	3,200	3,605	3,[illegible]
	Diamètre extérieur —	0,045	0,050	0,050	0,[illegible]
Surface de chauffe.	Du foyer mètres carrés.	6,43	5,20	8,28	6,[illegible]
	Des tubes —	77,51	56,50	92,64	80,[illegible]
	Totale —	83,94	61,70	100,92	86,[illegible]
Mouvement et distribution.	Diamètre des cylindres mètres.	0,420	0,440	0,480	0,[illegible]
	Course des pistons —	0,600	0,440	0,660	0,[illegible]
	Entre-axe des cylindres —	1,985	2,040	2,040	2,[illegible]
	Système de distribution	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson	Stephenson
Châssis.	Epaisseur des longerons mètres.	0,026	»	»	»
	Ecartement intérieur des longerons —	1,240	»	»	»
Roues.	Nombre total des roues	6	6	8	8
	Nombre des roues accouplées	6	6	8	8
	Empattement rigide mètres.	2,800	2,280	3,950	3,[illegible]
	Empattement total —	2,800	2,280	3,950	3,[illegible]
	Diamètre des roues motrices au contact —	1,280	1,065	1,260	1,[illegible]
	Diamètre des roues de support au contact —	1,280	1,065	1,260	1,[illegible]
	Disposition pour le passage des courbes	»	»	»	»
Poids.	De la machine à vide kilogrammes.	29 800	25 400	39 400	29 [illegible]
	De la machine en ordre de marche —	38 060	32 900	51 100	39 [illegible]
	Adhérent —	38 060	32 900	51 100	39 [illegible]
	De l'eau —	4 400	»	»	»
	Du combustible —	1 600	»	»	»

SERVICE DES GARES OU DES RAMPES

PAYS DIVERS

EST	CEINTURE	PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE	PARIS-ORLÉANS	PARIS-ORLÉANS	ÉTAT	MIDI	NORTH LONDON	TUNNEL DE LA MERSEY	GOTHARD	ÉTAT BAVAROIS	ÉTAT HONGROIS
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Machine à 6 roues accouplées.	Machine à 8 roues accouplées.	Machine à 6 roues accouplées.	Machine à 6 roues accouplées.	Machine à 6 roues accouplées.	Machine à 6 roues accouplées.	Machine à 6 roues	Machine à 6 roues accouplées	Machine à 6 roues accouplées avec essieu radial à l'avant et à l'arrière.	Machine compound articulée système Mallet 12 roues motrices.	Machine à 8 roues dont 6 accouplées	Machine à 8 roues accouplées
Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Ordinaire.	Compound	Compound	Ordinaire.	Compound
0,901-0,948	9 à 13	3 557-3 775	1 021-1 031 modifiées	1 091-1 100	0,315-0,317	461	»	»	»	»	»
1,295	2,000	0,9655	1,600	1,500	1,172	»	1,270	»	2,120	»	»
0,976	0,994	0,970	0,890	0,880	0,972	»	1,225	»	1,036	»	»
1,26	1,99	0,94	1,42	1,32	1,14	1,25	1,5560	2,32	2,19	1,30	1,72
»	2,200	1,140	»	»	»	»	1,575	2,310	2,439	»	»
»	»	1,164	»	»	»	»	1,238	1,225	1,501	»	»
1,160	1,570	1,335	1,545	1,450	»	»	1,511	»	1,430	1,255	»
Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.	Cuivre.
1,116	1,390	1,116	1,150	1,150	»	1,150	1,245	1,372	1.470	1,122	»
0,013	0,014	0,012	0,016	0,008	»	0,012	0,013	»	0,015	»	»
2,012	2,100	1,796	1,810	1,810	1,685	»	1,981	2,24	2,320	2,035	1,900
9	8,5	9	12	8	9	»	11	»	12	12	12
123	185	134	150	150	»	132	192	189	190	138	»
3,322	3,700	3,085	4,395	4,122	3,715	4,200	3,035	3,189	4,500	3,600	3,100
0,049	0,049	0,048	0,048	0.048	»	0,050	0,045	0,051	0,054	0,045	»
5,33	9,45	5,15	9,57	7,86	5,82	6,17	8,42	11,40	9,3	5,26	7,8
59,53	99,72	57,15	99,41	93,31	72,92	87,08	81,37	95,12	145	62,44	89,15
64,91	109,17	62,30	108,98	101,17	78,74	93,25	89,79	106,52	154,3	67,70	96,95
0,400	0,480	0,400	0,420	0,420	0,400	0,420	0,432	0,495	HP 0.400 BP 0.580	0,375	HP 0,420 BP 0,600
0,460	0,600	0,460	0,500	0,500	0,500	0,600	0,610	0,660	0,640	0,508	0,460
2.000	2,100	0,730	2,090	2.090	»	2,060	2,032	2,049	2,100	2,000	2,400
Stephenson	Stephenson	Stephenson	Gooch.	Gooch.	Stephenson	Stephenson.	Stephenson.	Stephenson.	Walschaërt	»	Stephenson.
0.025	0,026	0,030	0,028	0,028	»	0,026	0,025	»	0,025	0,018	0,025
1,220	1,230	1,185	1,230	1,230	»	1,234	1,264	1,270	1,245	1,200	1,680
6	8	6	6	6	6	6	6	10	12	8	8
6	8	6	6	6	6	6	5	6	26	6	8
2,600	3,890	2,600	3,250	3,250	3,000	3,040	3,454	3,506	2,700	2,800	3,350
2,600	3,890	2,600	3,250	3,250	3,000	3,040	3,454	8,386	8,130	4,900	3,350
1,090	1,200	1,050	1,050	1,050	1,220	1,405	1,321	1,410	1,230	0,996	0,950
1,090	1,200	1,050	1,050	1,050	1,220	1,405	1,321	0,927	1,230	0,996	0,950
»	»	»	»	»	»	»	»	Boites radiales.	»	»	»
27 300	40 130	22 980	38 000	31 750	22 900	»	35 100	5 680	39 360	30 300	»
35 214	51 638	29 380	48 000	39 300	30 000	33 800	44 600	68 500	87 160	39 050	40 000
35 214	51 638	29 380	48 000	39 300	30 000	33 800	44 600	46 200	87 160	31 050	40 000
4 000	4 970	3 000	5 850	3 800	2 600	»	4 350	6 280	7 000	4 300	3 300
1 584	2 220	1 250	1 500	1 000	1 150	»	»	2 800	4 300	1 800	1 500

EVREUX, IMPRIMERIE DE CHARLES HÉRISSEY

8908967596l
B89089675961A

89089675961

b89089675961a